

**Untersuchungen zum Einfluß von Haltungs-
und Fütterungsbedingungen auf die
Kotbeschaffenheit abgesetzter Ferkel**

Karl Zimmerer

*Diss München
1904*



Aus der Medizinischen Tierklinik
(Lehrstuhl für Innere Krankheiten der Klauentiere)
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
(Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. G. Dirksen)
Arbeit angefertigt unter Leitung von Prof. Dr. W. Bollwahn

UNTERSUCHUNGEN ZUM EINFLUSS VON HALTUNGS- UND FÜTTERUNGS-
BEDINGUNGEN AUF DIE KOTBESCHAFFENHEIT ABGESETZTER FERKEL

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Karl Zimmerer
aus
Lentersheim

München 1984

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan:..... Prof. Dr. W. Leidl

Referent:..... Prof. Dr. W. Bollwahn

Korreferent:..... Prof. Dr. H. Kräußlich

Tag der Promotion:..... 24. Februar 1984

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Schrifttum	2
2.1. Flüssigfütterung in der Schweinemast	2
2.1.1. Fütterung und Futterumstellung während der Aufzuchtphase	2
2.1.2. Molke und Magermilch in der Schweinefütterung	3
2.1.3. Zusätzliche Wasserverabreichung bei Flüssigfütterung	4
2.1.4. Futtermittelverderb	5
2.1.5. Änderungen der Umgebungs- und/oder Futtertemperatur	6
2.2. Digestion und Resorption	7
2.2.1. Kohlenhydrate	8
2.2.2. Proteine	12
2.2.3. Lipide	14
2.2.4. Elektrolyte und Wasser	16
2.2.5. Bakterielle Besiedelung des Magen-Darm-Traktes	18
2.3. Pathogenesemöglichkeiten des nicht-infektiös bedingten Durchfalls	19
2.3.1. Fehlverdauung von Kohlenhydraten	20
2.3.2. Fehlverdauung von Proteinen	22
2.3.3. Fehlverdauung von Lipiden	23
2.3.4. Veränderungen der Resorption und Sekretion von Elektrolyten	23
2.3.5. Änderungen der Mikroflora im Verdauungstrakt	25
2.4. Einfluß der Fütterung	26
2.4.1. Einfluß der Fütterung auf den Verdauungskanal	26
2.4.2. Einfluß der Fütterung auf Koteigenschaften	30
2.4.2.1. Menge	30
2.4.2.2. Konsistenz	30
2.4.2.3. Trockensubstanz- und Wassergehalt	31
2.4.2.4. pH-Wert	32
2.4.2.5. Partikelgröße	33
2.4.3. Änderung der Passagezeit	33
2.4.4. Beeinflussung der Harnmenge und des spezifischen Gewichtes	35

	Seite
2.4.5. Futteraufnahme und Zuwachs	36
3. Eigene Untersuchungen	37
3.1. Material und Methoden	37
3.1.1. Versuchsplan (Versuchsübersicht)	37
3.1.2. Versuchsanordnung	38
3.1.3. Versuchsdurchführung	39
3.1.4. Versuchsablauf	42
3.1.5. Versuchsauswertung	42
3.2. Ergebnisse	43
3.2.1. Kaltversuche	44
3.2.1.1. Versuch 1 (kaltes Wasser)	45
3.2.1.2. Versuch 2 (kalte Molke)	47
3.2.1.3. Versuch 3 (kalte Molke)	50
3.2.2. Warmversuche	52
3.2.2.1. Versuch 4 (warme Molke)	52
3.2.2.2. Versuch 5 (warme Molke, Box)	55
3.2.2.3. Versuch 6 (warme Magermilch)	58
3.2.2.4. Versuch 7 (ansaure Magermilch)	60
3.2.3. Unterschiede zwischen den Versuchen	65
3.2.4. Ergebnisse der Fütterungsversuche mit Molke und Magermilch	68
3.2.5. Partikelgröße des Futters	71
3.3. Besprechung der Ergebnisse	72
4. Zusammenfassung	86
5. Literaturverzeichnis	88

1. Einleitung

Durchfallerkrankungen zur Zeit des Absetzens und im Zusammenhang mit der Futterumstellung bei der Eingliederung in den Maststall sind in bedeutendem Umfang für die Verschlechterung von Aufzucht- und Mastleistung verantwortlich. Als Ursachen werden im allgemeinen infektiöse Agenzien und alimentäre Faktoren diskutiert. Die "nutritive Diarrhoe" wird in der Praxis vor allem dann beobachtet, wenn eine abrupte Futterumstellung oder eine gravierende Änderung der Fütterungstechnik, wie Wechsel von Trocken- auf Flüssigfutter, vorausgegangen ist.

Mit der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, ob und wie sich bei der Futterumstellung auf Fließfutter verschiedene Kotparameter ändern, die bei Verdauungsstörungen Änderungen erfahren (Trockensubstanz, pH-Wert). Insbesondere wurde dabei der Einfluß von Umgebungs- und Futtertemperatur sowie von Futtermitteln, die durch Lagerung bedingte Qualitätsänderungen zeigten, überprüft.

2. S c h r i f t t u m

2.1. Flüssigfütterung in der Schweinemast

Die mechanisierte Fütterung (Trockenfütterung - Naßfütterung) bei Mastschweinen hat in den vergangenen Jahren eine weitere Verbreitung gefunden. Der Mechanisierungsgrad beider Verfahren kann als gleich hoch betrachtet werden, aber das Fütterungsverfahren wird u. a. bestimmt durch den Wassergehalt der verfügbaren Futterstoffe und die Tatsache, daß alle Futtermittel mit Hilfe von Flüssigfütterungsanlagen vorgelegt werden können (FIEDLER, 1978; VOGT, 1979). Die Trockenfütterung kann dann Nachteile gegenüber der Naßfütterung zeigen, wenn das Futter mehlförmig verabreicht wird. Durch Verstreuen kann der Futterverlust erheblich sein (LAWRENCE, 1972; KIRCHGESSNER, 1978) und es kann zu Affektionen des Respirationstraktes kommen (LAWRENCE, 1972). Hingegen bestehen keine Unterschiede zwischen der Verdauung und der Verwertung von Trocken- und Naßfutter (BRAUDE, 1967; FORBES und WALKER, 1968; KIRCHGESSNER, 1978; MEYER, 1978c; VOGT, 1979).

2.1.1. Fütterung und Futterumstellung während der Aufzuchtphase

Die Aufzuchtphase ist nach BOLLWAHN (1981) der Zeitraum bis zu einem Alter von etwa zehn Wochen, was im allgemeinen einem Gewicht von 20-25kg entspricht.

Die während dieser Zeit auftretende Veränderung der Ration in Qualität und Quantität konfrontiert das Tier mit Problemen enzymatischer, mikrobieller und mechanischer Natur: Vor dem Entwöhnen verzehrt das Ferkel Milch und Ergänzungsfutter in einem ihm eigenen Rhythmus. Nach dem Absetzen erhält es nur noch Fertigfutter, das in Zusammensetzung und energetischer Dichte verschieden vom vorhergehenden Ergänzerfutter sein kann, in unterschiedlicher Verabreichungsform und in unterschiedlicher Anzahl von Mahlzeiten (RERAT, 1974).

Eine wichtige Voraussetzung für ein störungsfreies Abset-

zen ist eine genügende Beifutterraufnahme. Die Ferkel sollen daher schon eine Woche vor dem Absetztermin auf das später zu fütternde Ferkelaufzuchtfutter umgestellt werden. Nach dem Absetzen darf es nicht zu einer plötzlichen, stark überhöhten Futterraufnahme kommen. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, in den ersten Tagen nach dem Absetzen restriktiv zu füttern und dann zu einer ad libitum-Fütterung überzugehen (FIEDLER, 1978; KIRCHGESSNER, 1978; MEYER, 1978b). Eine unbeschränkte Wasseraufnahme ist selbstverständlich.

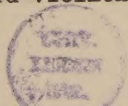
Weiterhin sollte das Absetzen durch Stallwechsel, zoonotechnische Maßnahmen, Impfungen oder andere Belastungen nicht zusätzlich erschwert werden (BOLLWAHN, 1981).

2.1.2. Molke und Magermilch in der Schweinefütterung

Nebenprodukte, die bei der Verarbeitung von Milch anfallen, können als billiges Abfallprodukt über das Schwein veredelt werden (MEYER, 1978c). Von Nachteil sind allerdings der zunächst hohe Wassergehalt, die geringe Lagerfähigkeit, der niedrige Trockensubstanzgehalt bzw. die relativ niedrige Nährstoffkonzentration. Am günstigsten liegen die Verhältnisse bei frischer Magermilch. Sie kann in der Schweinemast als hochwertiger Eiweißträger allein oder in Kombination mit pflanzlichem Eiweiß eingesetzt werden (HUSS, 1975).

Die bei der Käseherstellung anfallende Molke ist mit 6,4% Trockensubstanz das wasserreichste Futtermittel in der Schweinemast (KIRCHGESSNER, 1978). Außer dem Milchfett fehlt auch das Caseineiweiß, das durch Fällung entweder mit Labferment - das ergibt dann Süßmolke - oder durch pH-Absenkung mit Säurezusatz oder durch milchsaure Gärung - das ergibt Sauermolke - entzogen wird (HUSS, 1975). Molke ist kein Eiweißfuttermittel, sondern ein Energieträger, dessen wichtigster Inhaltsstoff Lactose ist (HUSS, 1975; KIRCHGESSNER, 1978; MEYER, 1978c).

Bei Verfütterung von großen Molkemengen wäre es falsch, das ergänzende Kraftfutter mit der gesamten Molkemenge zu vermischen. Die Molke wird vielmehr in einem gesonder-



ten Trog zur laufenden freien Aufnahme bereitgestellt (KIRCHGESSNER, 1978; MEYER, 1978c). Wird Molke als Verdünnungsmittel oder als Transportmittel in der Flüssigfütterung eingesetzt, so kann 1 kg Kraftfutter mit 3 kg Molke verdünnt werden (KIRCHGESSNER, 1978; MEYER, 1978c). Dieses Festfutter-Flüssigkeitsverhältnis wird allgemein empfohlen. Das Fließfutter läßt sich einerseits gut über größere Entfernungen pumpen und läuft im Trog schnell auseinander, andererseits steht die Nährstoffkonzentration je Volumeneinheit noch in einem erträglichen Verhältnis zu der dann anfallenden Urinmenge. Die steigende Urinmenge bringt zum einen Lagerungsprobleme mit sich und zweitens wird die Schadgaskonzentration, besonders NH_3 , durch den mikrobiellen Harnstoffabbau erhöht (MEYER, 1978a; VOGT, 1979; BURGSTALLER, 1981).

In verschiedenen Versuchen konnte nachgewiesen werden, daß ein Schrot-Wasser-Verhältnis von 1:1,75 bis zu 1:5 ohne Nachteile auf die Tageszunahmen und auf den Futteraufwand je kg Zunahme von den Schweinen toleriert wird. Dabei muß allerdings entsprechend für eine zusätzliche Wasseraufnahme bzw. für genügend lange Fütterungszeiten gesorgt werden. Die Grenze deutet sich bei einer Verdünnungsrate von 1:6 an, bei der die Schweine mit einer verminderten Futteraufnahme reagieren (Lit. bei VOGT, 1979).

Die Mast mit Molke soll erst ab einem Körpergewicht von 35-40kg begonnen werden. In der Vormast wird aus Automaten ad libitum gefüttert (KIRCHGESSNER, 1978; MEYER, 1978c; VOGT, 1979).

2.1.3. Zusätzliche Wasserverabreichung bei Flüssigfütterung

Bei einem Schrot-Wasser-Verhältnis von 1:3 ist der mittlere tägliche Wasserbedarf der Tiere gedeckt (VOGT, 1979; BURGSTALLER, 1981). In Bezug auf optimale Tierleistung, sparsamen Wasserverbrauch und geringen Flüssigmistanfall ist die Flüssigfütterung im Verhältnis 1:3 ohne Selbsttränke das vorteilhafteste Verfahren (FIEDLER, 1978). HOPPENBROCK (1982) führt dagegen an, daß bei höheren Temperaturen, sowie

bei relativ niedriger Luftfeuchte im Stall mit einer vermehrten Wasseraufnahme zu rechnen ist. Kranke Schweine, v.a. bei Durchfall, haben einen erheblich gesteigerten Flüssigkeitsbedarf. Über zusätzliche Selbsttränken ist eine Medikamentenverabreichung leicht möglich (VOGT, 1979; HOPPENBROCK, 1982), wobei auch an Inappetenz leidende Tiere noch erreicht werden (BOLLWAHN, 1981).

2.1.4. Futtermittelverderb

Der mikrobielle Verderb von Futtermitteln ist gekennzeichnet durch einen bestimmten Keimbesatz und die Anhäufung von Produkten des Bakterien- und Pilzstoffwechsels. Art und Höhe des Keimbesatzes von Futtermitteln erlauben zwar eine Beurteilung des Frischezustandes (GEDEK, 1983), aber erst die Differenzierung der Bakterien und Pilze charakterisiert einen eventuellen Verderbnisgrad. Letzteres ermöglicht es, drei Verderbnisstufen zu unterscheiden, für die bestimmte Keimarten als Leitorganismen anzusehen sind (GEDEK, 1973). Weiterführende Folgerungen auf die Tauglichkeit oder Gesundheitsschädlichkeit des Futtermittels sind jedoch nicht möglich, da in der Regel Infektionskrankheiten hervorrufende Bakterien- und Pilzarten, sowie Toxine bestimmter toxinogener Schimmelpilzarten, nicht erfaßt werden (GEDEK, 1983).

Der Nachweis bestimmter Indikatoren (Chitin, Ergosterin) für die Toxizität eines Futtermittels ist äußerst fraglich (LEW, 1981; GEDEK, 1983).

Futtermittel mit beginnender oder fortgeschrittener Verderbnis dürfen nicht mehr verfüttert werden, vor allem nicht an Jung- und Zuchttiere; Chargen mit geringeren Veränderungen können allenfalls an ältere Mastschweine zusammen mit unveränderten Futtermitteln verfüttert werden (MEYER, 1978a).

Eine Detoxifikation kontaminierter Futtermittel ist abhängig vom jeweils vorhandenen Toxin. So können das Ammoniumdruckverfahren (bei Aflatoxin) und starke Oxidationsmittel, wie H_2O_2 (bei Zearalenon) eingesetzt werden. Bei anderen Toxinen (z.B. Trichothecen) ist eine Detoxifika-

kation zur Zeit noch nicht möglich (GEDEK, 1980), es kann aber einer Ansiedelung von Mikroorganismen durch Ansäuerung des Futtermittels (v.a. durch organische Säuren) vorgebeugt werden (GEDEK, 1980; JOHANNLÜKENS, 1983).

2.1.5. Änderungen der Umgebungs- und/oder Futtertemperatur

Beim Mastschwein nehmen im Laufe der Gewichtsentwicklung die Temperaturansprüche ab. Außerhalb dieser Bereiche können die Mastergebnisse schlechter sein:

20 - 40 kg 25 - 24°C

41 - 60 kg 23 - 22°C

61 - 80 kg 21 - 20°C

81 -100 kg 19 - 18°C

Der Fußboden ist in jedem Fall wärmeisoliert zu gestalten, um Wärmeverluste durch direkte Ableitung (Konduktion) möglichst gering zu halten (STEPHAN, 1978).

Nach einer Molkefütterung mit einer Temperatur von 10°C bzw. 25-30°C beobachtet HOLMES (1970) heftiges 70-minütiges Zittern der Schweine bei einer Umgebungstemperatur von 16°C, bei einer Umgebungstemperatur von 28°C nur noch bei 6 von 12 Tieren über eine Dauer von 50 Minuten. Tiere, die bei 16°C vor der Futterzuteilung zitterten, zeigen dies auch nach der Aufnahme von 40°C warmer Molke. Die Ergebnisse zeigen, daß die durch Verfüttern von kalter Molke hervorgerufenen Wirkungen bei den Tieren auch abhängig von der Umgebungstemperatur sind.

Bei der Verfütterung von 10°C kalter Molke werden Schocksymptome (Zittern, unregelmäßiges Atmen) beobachtet. Eine andere Versuchsreihe ergibt, daß das Zittern aufhört, sobald das Futter eine Temperatur von 13°C hat (Zit. n. VOGT, 1979). HOLMES (1971) untersucht auch die Wirkung kalter (15°C) Molke auf das Wachstum von Schweinen (25-53kg KGW) bei zwei verschiedenen Umgebungstemperaturen (16°C und 22°C). Die Kontrolltiere bekommen 40°C warme Molke. Bei beiden Umgebungstemperaturen haben die kalt gefütterten Tiere signifikant geringere tägliche Zunahmen und eine schlechtere Futterverwertung. Dies wird auf den Energieaufwand zurückgeführt, der zum Anwärmen der Molke auf Körpertemperatur

notwendig ist. Die Wirkung ist im Gegensatz zur Einzelaufstallung bei Gruppenhaltung nicht so ausgeprägt.

FORBES und WALKER (1968) finden keine signifikanten Leistungsunterschiede heraus bei Flüssigfutters-temperaturen von 5°C, 13°C und 35°C. Jedoch zeigt angewärmtes Futter die Tendenz einer Leistungsverbesserung unmittelbar nach dem Absetzen. Wenn das Anwärmen eine Wirkung auf Zunahme und Futterverwertung zeigt, dann ist dies nach BEREK (1963) auch noch auf andere Faktoren, wie z.B. die Umgebungstemperatur zurückzuführen. Diesen Temperatureinfluß stellen COMBERG et al. (1974) eindeutig fest.

Die Wirkung von suboptimaler Umgebungstemperatur (8°C) zeigt sich in einer schlechteren Futterverwertung. Die Ausschachtungsergebnisse (Rückenspeckdicke, Fleisch-Fett-Verhältnis) sind aber besser, verglichen mit den Kontrolltieren (Umgebungstemperatur 18°C) (COMBERG et al., 1974).

2.2. Digestion und Resorption

Nach HILL (1976) bedeutet Verdauung die Umwandlung von Nähr- und Wirkstoffen der Nahrung in eine Form, die eine Resorption erlaubt, und die Ausscheidung des nicht verwertbaren Materials aus dem Darmkanal.

Da nur die wenigsten der in der Nahrung enthaltenen Stoffe (wasserlösliche Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente) dem Körper in einer direkt verwertbaren Form zugeführt werden, ist für die Mehrzahl der Nährstoffe (Kohlenhydrate, Proteine, Fette) eine Aufspaltung durch die Verdauungsenzyme in niedermolekulare Verbindungen notwendig, um die Wand des Verdauungstraktes durchdringen zu können. Diese Passage wird z.T. erst ermöglicht durch die Bereitstellung von spezifischen Transportmechanismen im Dünndarm. Der Abbau bis zu den monomeren Bestandteilen dient nicht nur der Vorbereitung der Resorption, sondern auch der Beseitigung des artfremden Charakters der aufgenommenen Nahrungsstoffe (HILL, 1976; BUDDECKE, 1977; BATT, 1980).

2.2.1. Kohlenhydrate

Die Kohlenhydrate sind für tierische Zellen ein leicht angreifbares und bevorzugtes Substrat ihres Stoffwechsels, deren Abbau einen wesentlichen Teil der nutzbaren Energie liefert und deren Abbau- und Umwandlungsprodukte für die Synthese weiterer Kohlenhydrate oder anderer nicht kohlenhydrathaltiger Verbindungen herangezogen werden können. Eine abgekürzte Einteilung der Stoffklasse der Kohlenhydrate ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Die Kohlenhydrate müssen als Monosaccharide vorliegen, um durch die Darmwand mit spezifischen Transportproteinen resorbiert werden zu können. Mit der Nahrung werden die Kohlenhydrate im wesentlichen als Polysaccharide aufgenommen, und durch die Vorgänge im Verdauungskanal zu einfachen Zuckern abgebaut.

Die Kohlenhydratverdauung beginnt mit der Einwirkung von α -Amylase (Ptyalin), einem Speichelenzym von allerdings beim Schwein sehr geringer Wirksamkeit. Es baut Stärke und Glycogen zu Dextrinen, chemisch nicht näher definierten Zwischenprodukten ab (HILL, 1976).

Die Wirkung des Ptyalin wird im Magen durch das niedrige pH des Magensaftes beendet. Die Salzsäure des Magens kann ihrerseits Saccharose hydrolysieren. Wesentlich für die Kohlenhydratverdauung sind die Amylase des Pankreas und die Enzyme des Dünndarms. Die Pankreasamylase überführt alle Formen von Stärke und Dextrinen schnell und vollständig in Maltose, Isomaltose und Maltotriose.

Diese Endprodukte und andere mit der Nahrung aufgenommenen Disaccharide (Saccharose und Lactose) werden durch Glycosidasen (Disaccharidasen) gespalten, die fest in den Mucosazellen des Dünndarmes verankert sind, und die sich bezüglich ihrer Substratspezifität unterscheiden.

Von der Maltase sind fünf verschiedene Formen bekannt, die alle Maltase-, z.T. aber auch noch Saccharase- und Isomaltaseaktivität aufweisen. Auch von der Lactase existieren zwei multiple Formen, die beide zusätzlich eine geringe Cellobiaseaktivität besitzen. Diese Enzymaktivitäten sind in Abb. 1 dargestellt.

Maltose kann also durch vier verschiedene Enzyme hydrolysiert werden, wohingegen Lactose, Saccharose und Isomaltose nur durch jeweils ein Enzym gespalten werden können (WEIJERS und DE KAMER, 1965; PICHOTKA, 1975; HILL, 1976; BUDDECKE, 1977; BATT, 1980).

Für die Aufspaltung der β -glycosidisch verknüpften Zellulose besitzt das Schwein, wie alle höheren Tiere,

Tabelle 1

Einteilung der Kohlenhydrate (nach KIRCHGESSNER, 1978)

I. Monosaccharide

Pentosen: Ribose, Arabinose, Xylose

Hexosen: Glucose, Mannose, Galactose, Fructose

II. Oligosaccharide

Disaccharide

Saccharose = Glucose + Fructose $\alpha(1-2)$

Lactose = Glucose + Galactose $\alpha(1-4)$

Maltose = Glucose + Glucose $\alpha(1-4)$

Trisaccharide

Raffinose = Galactose + Glucose + Fructose
 $\alpha(1-6); \alpha(1-2)$

III. Polysaccharide

Pentosane (aus Pentosen bestehend)

Hexosane (aus Hexosen bestehend)

Stärke (aus Glucose: $\alpha(1-4)$, $\alpha(1-6)$ Verbindung)

Glycogen (aus Glucose: $\alpha(1-4)$, $\alpha(1-6)$ Verbindung)

Cellulose (aus Glucose: $\beta(1-4)$ Verbindung)

Inulin (aus Fructose: $\beta(1-2)$ Verbindung)

IV. Heteropolysaccharide und Lignin

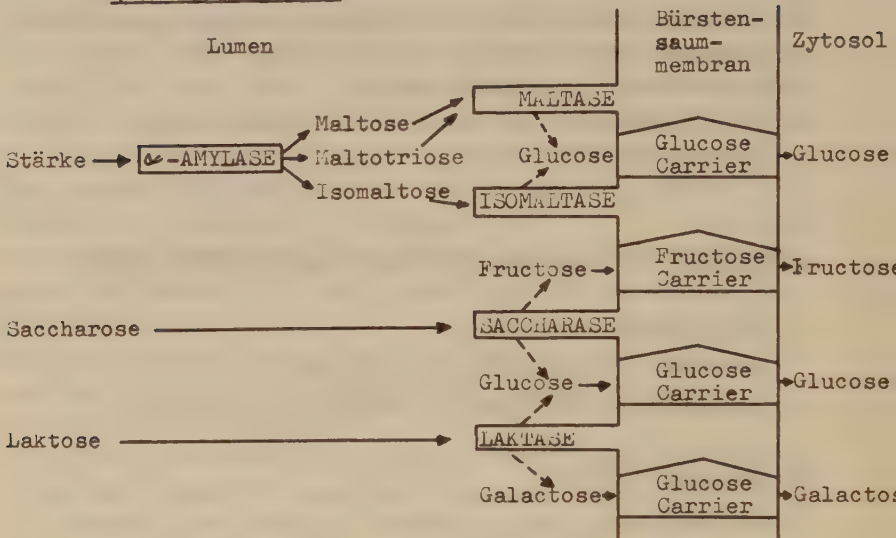
Hemicellulose (aus verschiedenen Einfachzuckern und Uronsäuren)

Pektine (aus Galakturonsäure: $\alpha(1-4)$ Verbindung)

Lignin - chemisch gesehen: kein Kohlenhydrat

- in pflanzlichen Zellwänden vorkommender
Verholzungsstoff

Abb. 1: Digestion und Absorption der Kohlenhydrate
(nach BATT, 1980)

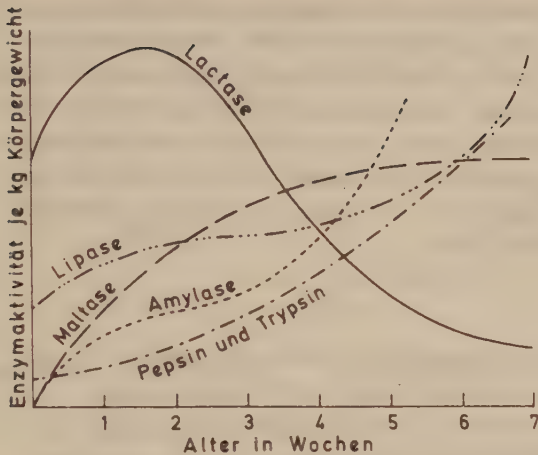


keine Enzyme. Der Abbau von Zellulose im Verdauungstrakt ist deswegen nur durch bakterielle Tätigkeit möglich, dies gilt auch für Inulin, Pentosane u. a. Polysaccharide (KIRCHGESSNER, 1978; HILL, 1976).

Die Resorption der Monosaccharide erfolgt auf unterschiedliche Art und Weise:

Fructose wird aktiv transportiert (PICHOTKA, 1975), Glucose wird durch einen Co-Transport-Prozess (Symport) aktiv transportiert. Die treibende Kraft hierfür ist der Natrium-Konzentrationsgradient, der für den Transport der Glucose die nötige Energie liefert (KARLSON, 1980). Da Galactose mit dem gleichen Carrier-System transportiert wird, können sich beide Monosaccharide kompetitiv hemmen (BATT, 1980; KARLSON, 1980).

Auch einfachste Kohlenhydrate (Saccharose, Lactose) können vom Dünndarm teilweise nur schlecht verdaut werden. Das hängt damit zusammen, daß die vom Schwein verzehrten Mengen nicht seiner enzymatischen Leistungsfähigkeit entsprechen, die je nach Alter der Tiere und Art der Enzyme verschieden ist. Die Entwicklung der Verdauungsenzyme ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.



Aktivität von Verdauungsenzymen beim Ferkel
(nach KIRCHGESSNER, 1978)

Wenn die Molke vom Mastschwein trotz ungenügender Lactaseproduktion abgebaut wird, weist dies darauf hin, daß die Anpassung an die Lactose nicht vom Tier, sondern von der Mikroflora abhängt.

Im Dickdarm wird die Stärke, je nach Herkunft, fast vollständig abgebaut. Der mikrobielle Stärkeabbau geht über Dextrine, Maltose und Hexosen bis zur Brenztrauben- und Milchsäure.

Die Verdaulichkeit der Zellulose schwankt je nach Herkunft, Vegetationsstadium, Vorbehandlung, Futterzusammensetzung und Fütterungsart zwischen 0 und 97%.

Als wichtigste Produkte der Kohlenhydratvergärung entstehen Essig-, Butter-, Propionsäure, CO_2 , CH_4 und H_2 . Monosaccharide werden im Colon und Rectum mikrobiell metabolisiert und die Produkte resorbiert. Die flüchtigen Fettsäuren werden durch Diffusion (in nicht ionisierter Form) resorbiert, wobei ihre Aufnahmemenge umso geringer ist, je kürzer ihre Kohlenstoffkette und je höher der pH-Wert ist (KEYS und DE BARTHE, 1974; HILL, 1976; RERAT, 1981). ARGENZIO und SOUTHWORTH (1975) stellen fest, daß wesent-

liche Mengen von Kohlenhydraten einer mikrobiologischen Verdauung unterliegen. Die Hauptorte der Resorption sind der Magen und das Colon. Die flüchtigen Fettsäuren stellen nicht nur eine wichtige Energiequelle für das Schwein dar, sondern sie haben auch einen großen Einfluß auf Sekretion und Absorption von Natrium und Wasser im Dickdarm, da sie den Großteil der Anionen im Dickdarm darstellen. CRUMP et al. (1980) bestätigen dies.

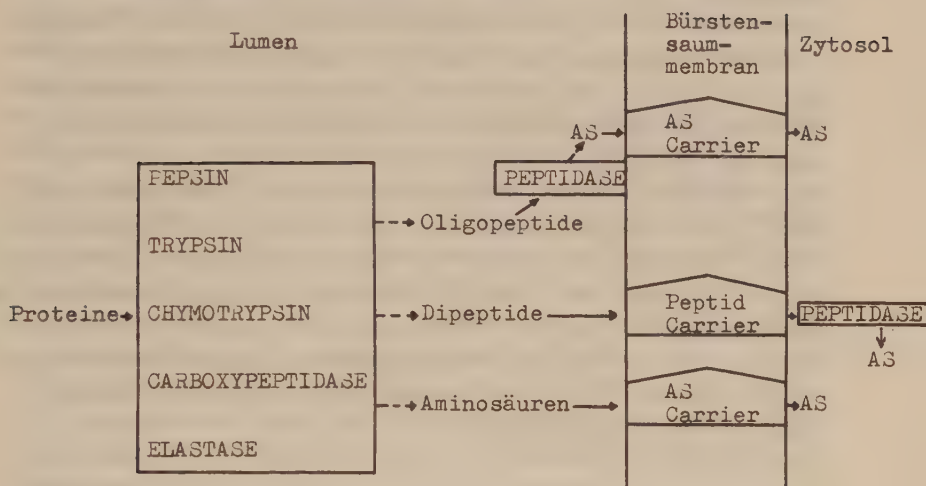
2.2.2. Proteine

Die mit der Nahrung aufgenommenen Proteine werden durch Zusammen- und Nebeneinanderwirken der verschiedenen Proteasen und Peptidasen des Magen- und Pankreassaftes sowie der Mucosazellen des Dünndarmes bis zu den Aminosäuren aufgespalten.

Die wesentliche Bedeutung der Salzsäure für die Magenverdauung liegt in der Denaturierung des Eiweißes und in der Schaffung des entsprechenden pH-Wertes für die proteolytischen Enzyme des Magens. Das Pepsin wird, wie alle proteolytischen Enzyme des Magens und des Pankreas, in der inaktiven Form - Pepsinogen - gebildet und bei einem pH unter 6,0 in das aktive Pepsin überführt, das dann autokatalytisch wirkt. Das Wirkungsoptimum liegt bei pH 1,0 - 2,0. Das Pepsin ist eine Protease mit geringer Spezifität, die Proteine bis zu Peptiden spaltet (PICHOTKA, 1975).

Die wichtigsten Pankreasenzyme für die Eiweißverdauung sind Trypsin, Chymotrypsin, Elastase und die Carboxypeptidasen A und B. Trypsin wird durch die Enteropeptidase aus dem inaktiven Trypsinogen gebildet. Die weitere Trypsinbildung erfolgt autokatalytisch. Trypsin bewirkt dann die Bildung des aktiven Chymotrypsins. Trypsin und Chymotrypsin sind Endopeptidasen, während die Carboxypeptidasen A und B endständige Aminosäuren abspalten (Exopeptidasen). Diese Enzyme bewirken eine weitere Aufspaltung der Polypeptide zu Dipeptiden und Aminosäuren (PICHOTKA, 1975; KARLSON, 1980).

Abb. 2: Digestion und Absorption der Proteine
(nach BATT, 1980)



Die Oligopeptide und Dipeptide werden an der Oberfläche der Bürstensaummembran durch dort lokalisierte Peptidasen hydrolysiert (siehe Abb. 2). Eine zusätzliche Rolle spielt sie in der Sekretion der Enteropeptidase (BATT, 1980). Im Darm werden nicht nur Nahrungsproteine resorbiert, sondern auch wesentlich größere Beträge endogener Herkunft, die durch die Verdauungsvorgänge (Sekrete, Abschilferungen) in das Darmlumen abgeschieden werden (PICHOTKA, 1975). Die Resorption der D-Aminosäuren ist ein reiner Diffusionsvorgang, während die L-Isomeren aktiv transportiert werden. Hier wird, wie auch bei der Glucose, eine enge Beziehung zum Natrium-Transport festgestellt (Co-Transport). Für einzelne Aminosäuren bzw. Aminosäuregruppen gibt es spezifische Carrier. Unabhängige Transportsysteme sind vorhanden für die selektive Resorption der sauren, der basischen und der neutralen Aminosäuren, sowie eines für die Aminosäuren mit einer Imino-Gruppe (PICHOTKA, 1975; SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1979; BATT, 1980; KARLSON, 1980). Der Dickdarminhalt besteht einerseits aus einem Gemisch von N-Rückständen, die nicht im Dünndarm resorbiert wurden, und andererseits aus Produkten endogener Herkunft (Verdauungs-

enzyme, Mukoproteine, Abschlüßungen, Harnstoff, Aminosäuren, die durch zellulären Katabolismus gebildet wurden, Serumalbumine, Mikroorganismen), die den Stickstoff exogener Herkunft verdünnen. Die Eiweißverdauung im Dickdarm führt zum Verschwinden von Stickstoff und einigen Aminosäuren und andererseits zum Auftreten von bestimmten Substanzen während der Passage durch Blind- und Mastdarm.

Die Dickdarmflora des Schweines kann alle Aminosäuren durch Decarboxylierung und Desaminierung abbauen. Als Metaboliten finden sich NH_3 , CO_2 , CH_4 , H_2 , Fettsäuren und Amine. Ein Teil des im Dickdarm gebildeten Stickstoffes kann zur Gewebesynthese benutzt werden. Zum Teil erfolgt eine Resorption von Aminosäuren, der größere Teil wird jedoch als Ammoniak durch einen nicht ionischen Diffusionsprozeß resorbiert (HILL, 1976; RERAT, 1981; BERGNER, 1982).

2.2.3. Lipide

Fette und Lipide sind schlecht wasserlöslich. Ihre Verdauung und Resorption bringt daher besondere Probleme mit sich. Obwohl nachgewiesen ist (BATT, 1980), daß geringe Fettmengen auch ungespalten (als Triglycerid) das Darmlumen verlassen können, muß Fett normalerweise vor der Resorption enzymatisch gespalten werden.

Die Magenlipase hat nur eine sehr schwache Wirksamkeit und greift nur die kurzkettigen Fettsäuren an. Sie ist daher für die Fettverdauung von geringer Bedeutung (HILL, 1976; PICHOTKA, 1975). Ihre Hauptaufgabe besteht nach BUDDECKE (1977) in einer Verflüssigung der Lipide (sog. "Ölphase"), so daß eine bessere Emulgierung (micellare Phase) durch die Gallensäuren und Abbau durch die Pankreaslipase möglich ist.

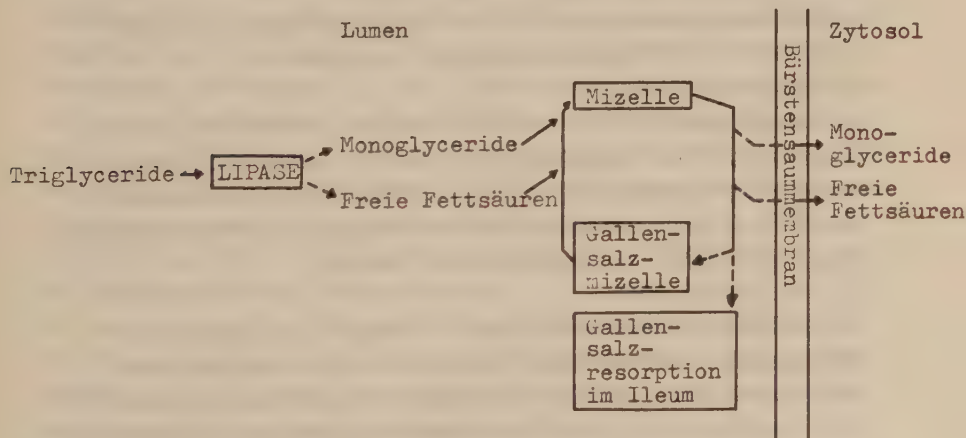
Die in wässriger Lösung vorliegende Pankreaslipase spaltet an der Fett-Wasser-Grenze bevorzugt die in 1- bzw. 3-Position stehenden Fettsäuren aus den Triglyceriden ab. Unter Vermittlung der Gallensäuren werden die Produkte der Lipasewirkung (Monoglyceride, Fettsäuren, Glycerin) in eine wasserlösliche Form überführt. An dieser Mizellenbildung im Dünndarmlumen nehmen außerdem Cholesterin und Phospholipide teil.

Der Abbau der Phospholipide wird durch die im Pankreas gebildeten Phospholipasen A₁, A₂ und B bewirkt. Die freigesetzten Choleinsäuren nehmen an der Mizellenbildung teil. Cholesterinester werden durch die Cholesterinesterase gespalten.

Die Mizellenbildung erlaubt einen innigen Kontakt der Fettspaltprodukte mit der Darmwand, eine Voraussetzung für eine normale Fettresorption. Die eigentliche Resorption ist eine passive Diffusion, wobei die konjugierten Gallensäuren im Lumen zurückbleiben und dort weitere Mizellen bilden oder im Ileum aktiv resorbiert werden, um damit für die Gallensekretion in der Leber erneut zur Verfügung zu stehen (enterohepatischer Kreislauf, siehe Abb. 3).

Triglyceride mit kurzkettigen Fettsäuren, sowie Mono- und Diglyceride können auch ungespalten resorbiert werden (PICHOTKA, 1975; BUDDECKE, 1977; SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 1979; BATT, 1980).

Abb. 3: Digestion und Absorption der Triglyceride
(nach BATT, 1980)



2.2.4. Elektrolyte und Wasser

Große Mengen von Flüssigkeit und Elektrolyten durchdringen in beiden Richtungen das Epithel des Dünndarms. Zu der aufgenommenen Flüssigkeit und den Sekreten der Speicheldrüsen, des Magens, des Pankreas und der Galle kommen noch große Flüssigkeit- und Elektrolytmengen, die in den Dünndarm sekretiert werden (WHIPP, 1978). Der Transport von Elektrolyten und Wasser erfolgt vom Lumen in das Blut (Absorption) oder in umgekehrter Richtung (Sekretion), wobei die Differenz der transportierten Mengen als Nettoabsorption bzw. Nettosekretion bezeichnet wird.

Der Transport kann parazellulär oder transzellulär erfolgen (WHIPP, 1978). Beim parazellulären Weg bestimmt der "Porendurchmesser" der tight junctions die Größe der durchtretenden Teilchen. Der Porendurchmesser nimmt nach kaudal ab, ebenso wie die Anzahl der Poren (WHIPP, 1978). Im Dünndarmepithel ist dieser Shuntweg für die Ionenbewegung wie auch für die Wasserbewegung der wichtigste Weg. Diese parazellulären Bewegungen sind auf ein passives Transportsystem zurückzuführen, das auf transepithelialen elektrischen, chemischen, osmotischen und hydrostatischen Druckgradienten beruht (ARGENZIO, 1978; WHIPP, 1978).

Der Elektrolytttransport auf dem transzellulären Weg wird nach WHIPP (1978) in drei Gruppen eingeteilt.

1) Uniport-Prozeß

Der Uniport-Prozeß bezieht sich auf den Transport einer Ionenart in eine Richtung. Natrium wird über die Bürstensaummembran entlang eines starken elektrochemischen Gefälles in die Zelle transportiert. Der Transport kann durch andere monovalente Kationen gehemmt werden.

2) Antiport-Prozeß

Der Antiport-Prozeß zeigt sich in einem Ionenaustauschmechanismus, bei dem zwei Ionenarten mit derselben Ladung in entgegengesetzte Richtung transportiert werden, z.B. Na-Eintritt in die Zelle gegen gleichzeitigen Wasserstoffaustritt. Ebenso wird Chlor im Austausch gegen Bikarbonat in die Zelle geschleust. Dazu ist ein Carrier notwendig.

3) Symport-Prozeß

Ein gleichzeitiger Kotransport von zwei Substanzen in die gleiche Richtung wird als Symport-Prozeß bezeichnet. Dies ist bei einem Na-Eintritt in die Zelle gegeben, wenn gleichzeitig Chlorid, gewisse Monosaccharide und Aminosäuren transportiert werden. Dieser Transport ist Carrier-bedingt und daraus ergibt sich ein "aktiver" Transport von Chlor, Monosacchariden und Aminosäuren, wobei das elektrochemische Konzentrationsgefälle von Natrium die treibende Kraft ist, um die gekoppelten Substanzen entgegen ihrem elektrochemischen Gefälle zu transportieren.

Ein Symport-Prozeß in die Lumen-Richtung ist der NaCl- und/oder NaHCO_3 -Transport. Dieser Prozeß ist nicht eine einfache Umkehr des Eintrittsweges, sondern ein Transport, der nur durch eine angestiegene intrazelluläre cAMP-Konzentration ermöglicht wird.

Wasser folgt in allen Fällen (Uniport-, Antiport-, Symport-Prozeß) entsprechend dem osmotischen Druckgefälle passiv (ARGENZIO, 1978; WHIPP, 1978).

Die Netto-Wasser- und Elektolytbewegungen im Verdauungstrakt des Schweines sind, abhängig vom jeweiligen Abschnitt, recht unterschiedlich:

Im Magen wird ca. die Hälfte der Flüssigkeitsmenge absorbiert, während sich das Volumen im Duodenum dann verdreifacht. Bis zum Caecum reduziert sich die Menge wieder um etwa die Hälfte, um bis zum Rektum bis auf ein Fünftel der in das proximale Colon eingetretenen Flüssigkeit verringert zu werden (HAMILTON und ROE, 1977). Auch ARGENZIO (1978) bestätigt, daß die Wasser-Nettoabsorption im Colon am größten ist.

HAMILTON und ROE (1977) beschreiben die Elektrolytänderungen im Magen-Darm-Trakt folgendermaßen:

Ein starker Na-Einstrom ist im Duodenum wegen der Galle, der Pankreas- und Duodenalsekrete zu beobachten. Im gesamten übrigen Darmabschnitt verlaufen die Natriumverschiebungen parallel mit dem Wassertransport.

Außer einem deutlichen Anstieg im Duodenum fällt die Kalium-Konzentration im Darmlumen kontinuierlich vom Magen bis zum Rektum.

Die Chlorid-Konzentration ist im Magen am höchsten und im gesamten Darmkanal überwiegt dann die Chlor-Nettore-sorption. Dafür wird ein Chlor-Bikarbonat-Austauschmechanis-mus verantwortlich gemacht.

HAMILTON und ROE (1977) stellen fest, daß das erst kurz abgesetzte Ferkel sich in einem empfindlichen und un-sicheren Zustand bezüglich der Netto-Flüssigkeitsbilanz befindet. Eine relativ geringe Mehrzufuhr von Flüssigkeit in das Colon hat schnell eine Überbelastung der Absorptions-kapazität für Wasser und Elektrolyte zur Folge. Bei größeren Schweinen (50 kg) soll das Absorptionsvermögen 14 l/Tag betragen gegenüber einem Flüssigkeitsanfall im proximalen Colon von 4 l/Tag (ARGENZIO, 1978).

2.2.5. Bakterielle Besiedelung des Magen-Darm-Traktes

Die Magen-Darm-Flora ist zwar unter bestimmten Bedingungen, nämlich bei keimfreier Aufzucht, nicht lebensnotwendig; unter normalen Umständen kann jedoch nicht auf sie verzichtet werden. Es kann angenommen werden, daß das Gleichgewicht zwischen den einzelnen Komponenten der Flora (Eubiose) durch verschiedene Faktoren gestört werden kann, was unter Umständen zu pathologischen Zuständen führt (V.D. HEYDE, 1973). Die physiologische Darmflora bildet eine stabile Einheit. Neben der Magensäure und der Gallensäure, denen eine anti-bakterielle Wirkung zugeschrieben wird, spielt eine gere-gelte Peristaltik eine bedeutende Rolle, um die intestinale bakterielle Homöostase aufrechtzuerhalten (GUGGENBICHLER und STICKLER, 1975). Die gärungs- und fäulnishemmenden Eigen-schaften des Magensaftes, durch den Gehalt an freier Salz-säure bedingt, dürfen aber beim Schwein und den Pflanzenfres-sern nicht zu hoch eingeschätzt werden. Es wird nämlich nicht der gesamte Mageninhalt sofort von Salzsäure durchtränkt, und daher können noch längere Zeit bakterielle Vorgänge ab-laufen (HILL, 1976).

Alle Bakterienarten der Magen-Darm-Flora, außer einigen strikt anaeroben gramnegativen Arten, können Monosaccharide und die meisten auch Disaccharide abbauen. Einen direkten positiven Beitrag zugunsten des Schweines leistet die Mi-

kroflora bei der Verdauung der Zellulose, da das Schwein keine zellulosespaltenden Enzyme hat. Der Kohlenhydratabbau durch die normale Darmflora übt beim Schwein zugleich einen stabilisierenden Einfluß im Verdauungssystem dadurch aus, daß durch einen konstanten Säuregrad die Entwicklung von unerwünschten (pathogenen) Keimen verhindert wird (V.D. HEYDE, 1973).

Nur wenige Darmbakterien haben echte proteolytische Eigenschaften. Der größte Teil der Bakterien kann aber aus freien Aminosäuren durch Desaminierung Ammoniak freisetzen, der als toxischer Bestandteil gilt oder durch Decarboxylierung biogene Amine bilden (V.D. HEYDE, 1973).

2.3. Pathogenesemöglichkeiten des nicht-infektiös bedingten Durchfalls

Durchfall ist ein Symptom verschiedenster, im Darmkanal lokalisierter oder ihn einbeziehender Krankheitsprozesse:

- a) Begleitsymptom anderer Krankheiten:
Colienterotoxämie, Schweinepest, Parasitenbefall
- b) Viren und Bakterien:
Coliruhr, Schweinedysenterie, TGE, EVD
- c) Schadhafte Futter, Fütterungsfehler:
Angesäuertes, verdorbenes, pilzbefallenes Futter;
rohfasernarmes, nährstoffreiches Futter
(BEHRENS, 1978).

Die Diarrhoe nach dem Absetzen ist nach KENWORTHY (1976) auf bakteriellen Einfluß oder auf ernährungsbedingte Ursachen zurückzuführen, je nachdem, ob spezifisch pathogene Keime nachgewiesen werden oder nicht.

Die Coliruhr ist die Folge einer massenhaften Vermehrung enteropathogener Keime im Dünndarm. Die massive Elektrolyt- und Wassersekretion in den Krypten des Dünndarmes übersteigt die Absorptionskapazität des Colon. Die Folge ist ein vermehrtes Ausscheiden von Wasser und Elektrolyten mit dem Kot (ARGENZIO, 1978; MOON, 1978).

Die Virusinfektionen (TGE, EVD) schädigen das resorptive Epithel der Dünndarmzotten, und dies beeinträchtigt die

Absorptionskapazität. Hinzu kommt noch die Hypersekretion, die dadurch entsteht, daß das intakte Kryptenepithel proliferiert und die noch nicht differenzierten Zellen ihre sekretorischen Eigenschaften beibehalten (MOON, 1978). Bei der Schweinedysenterie werden die Zellen des Dickdarms geschädigt, so daß eine Netto-Elektrolyt- und Wasserabsorption unmöglich wird, bei einer unwesentlich gesteigerten Sekretion (ARGENZIO, 1978). Gleichzeitig werden die Poren der Abschußleisten durch die Entzündung um das ca. 10.000-fache vergrößert. Dies ermöglicht einen Blut- und Fibrineintritt in das Darmlumen (MOON, 1978).

Hier werden nur die nicht durch Infektionserreger hervorgerufenen Durchfallerkrankungen erörtert.

Malabsorption charakterisiert ein Syndrom, bei dem Durchfall als Ergebnis einer fehlerhaften Verdauung auftritt. Diese Maldigestion kann ihrerseits das Resultat extraintestinaler Abnormitäten oder intestinaler Fehlleistungen sein. Andererseits kommt es trotz vollständiger Digestion der Nahrung zur Malabsorption, wenn die Resorptionsfähigkeit des Darmes beeinträchtigt oder aufgehoben ist (MOON, 1978).

2.3.1. Fehlverdauung von Kohlenhydraten

Die kohlenhydratspaltenden Enzyme Amylase, Saccharase und Maltase zeigen beim Ferkel erst im Alter von 3-4 Wochen post partum einen stärkeren Aktivitätsanstieg und erreichen ihre volle Höhe im Alter von 7-10 Wochen. Da nach dem Absetzen der Hauptteil der Futters stärkereiches Getreide ist, besteht die Gefahr der Überforderung der amylytischen Kapazität der Tiere (EHLERT et al., 1983). Die Aktivität der Lactase geht mit zunehmendem Alter zurück (KIRCHGEßNER, 1978). Bei abruptem Futterwechsel mit anschließender verstärkter Lactosezufuhr (Molkefütterung) kann die Lactasekapazität schnell erschöpft sein (BURGSTALLER, 1981).

HAMPSON et al. (1982) unterstreichen dies. Sie berichten, daß die Lactaseaktivität bei 3-Wochen-alten Ferkeln kontinuierlich vom ersten bis zum vierten Tag nach dem Abset-

zen auf ca. 25% des ursprünglichen Wertes absinkt, und daß sie sich nach weiteren drei bis vier Tagen etwas erholt. Die Saccharase-Aktivität zeigt ein ähnliches Verhalten, mit der Ausnahme, daß der anfängliche Abfall nicht vor dem zweiten Tag nach dem Absetzen eintritt, und die Erholung deutlicher ist.

Die nicht absorbierten Kohlenhydrate sorgen auf Grund ihres osmotischen Druckes für einen Flüssigkeitseinstrom in das Lumen, wobei die Stoffe mit dem niedrigeren Molekulargewicht den höheren osmotischen Druck aufweisen (CASPARY et al., 1981). Auch die nicht verdaulichen Kohlenhydrate der Rohfaserfraktion wirken zunächst osmotisch (BERGNER, 1982). Die unverdauten bzw. nicht resorbierten Oligo- und Polysaccharide werden im Dickdarm von der saccharolytischen Darmflora gespalten. Diese Spaltprodukte haben einen weiteren Anstieg des osmotischen Druckes zur Folge und damit eine weitere Erhöhung des Wassergehaltes des Ingesta (WEIJERS und DE KAMER, 1965; ARGENZIO, 1978; MOON, 1978). Das durch den Flüssigkeitseinstrom in den Darm vergrößerte Volumen führt über einen Dehnungsreiz zu einer vermehrten Peristaltik im Dünndarm und im Dickdarm zu einer vermehrten Massenbewegung (MOON, 1978; VANTRAPPEN et al., 1981). Das Entstehen einer Diarrhoe ist nach CANN und READ (1981) zum Großteil davon abhängig, ob die Bakterienflora im proximalen Colon fähig ist, die nicht absorbierten Kohlenhydrate in flüchtige Fettsäuren umzuwandeln, und in welchem Umfang dann diese Fettsäuren zusammen mit Wasser resorbiert werden können.

Die Kohlenhydratmalabsorption hat als Ergebnis nicht nur wässrigen Durchfall zur Folge, sondern sie zeigt sich auch in Flatulenz, die durch eine massive intestinale Gasproduktion bewirkt wird. Diese bakteriell bedingte Produktion von H_2 , CO_2 , N_2 und CH_4 wird durch Vergärung von Kohlenhydraten bewirkt (CASPARY et al., 1981).

Die flüchtigen Fettsäuren (Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, Propionsäure), die bei der bakteriellen Vergärung entstehen, werden z. T. weiter bakteriell metabolisiert, z. T. werden sie im Colon (des Menschen) resorbiert (CASPARY

et al., 1981; RUPPIN und SOERGEL, 1981). Die Propionsäure wird zu ca. 60% in non-ionic-Diffusion resorbiert, der Rest wird in ionisierter Form zusammen mit Natrium und Kalium transportiert (RUPPIN und SOERGEL, 1981).

CRUMP et al. (1980) folgern, daß die Konzentration an undissoziierter Essigsäure die Natrium- und Wasserabsorption im Colon des Schweines beeinflußt: Wenn der pH-Wert im Colon steigt und damit verbunden die Konzentration der flüchtigen Fettsäuren fällt, sinkt die Absorptionskapazität des Colons. Wenn der pH-Wert in unphysiologische Bereiche, d.h. pH 3,0 fällt, stimulieren die organischen Säuren bei der Ratte die Sekretion; eine ähnliche Wirkung wurde bei Getreideüberfütterung in den Vormägen des Rindes gesehen und muß deshalb auch für das Colon des Schweines bei der Kohlenhydratmalabsorption angenommen werden (CRUMP et al., 1980).

2.3.2. Fehlverdauung von Proteinen

Das normalerweise bestehende Gleichgewicht zwischen saccharolytischer und saccharo-proteolytischer Flora kann durch abnorme Mengen von Peptiden und Proteinen im Darm eine Verschiebung zugunsten der proteolytischen Keime erfahren (DIRKSEN, 1976). Große Peptid- und Proteinmengen im Chymus können von einer Überlastung der Absorptionskapazität des Dünndarmes, der Störung der proteolytischen Verdauung oder von einem größeren Verlust von Protein herrühren (WEIJERS und DE KAMER, 1965; BATT, 1980).

Eine gestörte Proteinverdauung kann ihre Ursachen in einer fehlerhaften Ernährung haben, d.h. in übermäßiger Proteinzufuhr oder in einer Aufnahme von schlecht oder nicht verdaulichem Eiweiß, z.B. hitzegeschädigtes Eiweiß (Maillard-Reaktion). Die Verdauungsstörung kann aber auch in einem Fehlen von Enzymen v.a. des Pankreas begründet sein (WEIJERS und DE KAMER, 1965; BATT, 1980). Eine Hyperperistaltik oder eine Verminderung der Oberfläche infolge Entzündung tragen zu einer verminderten Absorption bei. Die gesteigerte Proteinexkretion kann durch Läsionen der Mucosa oder durch eiweißhaltiges Exsudat bedingt sein (WEIJERS und DE KAMER, 1965).

Durch die proteolytische, desaminierende und decarboxylierende Aktivität der Bakterienflora entstehen Ammoniak, biogene Amine, H_2S , CH_4 , H_2 und Fettsäuren (V.D. HEYDE, 1973; HILL, 1976).

Der größte Anteil an N-Verbindungen, der im Dickdarm resorbiert wird, ist Ammoniak. Die Resorption der biogenen Amine ist pH-abhängig, da bei einer geringen Säureproduktion die decarboxylierenden Bakterienarten begünstigt werden. Der erhöhte Anteil an biogenen Aminen kann dann nicht mehr durch die in der Darmschleimhaut angeordneten Aminoxydasen abgebaut werden und kommt so zur Resorption (WEIJERS und DE KAMER, 1965; BERGNER, 1982). Die Darmwand reagiert darauf mit übermäßiger Sekretion und Hyperperistaltik (WEIJERS und DE KAMER, 1965).

2.3.3. Fehlverdauung von Lipiden

Eine Fehlverdauung des Fettes entsteht bei einer Insuffizienz des exokrinen Pankreas (BATT, 1980). Dekonjugierte Gallensäuren, die im Ileum nicht mehr resorbiert werden, bewirken ebenso wie Dihydroxyfettsäuren im Colon eine aktive Elektrolytsekretion. Die Wirkung am Colon geht über einen intrazellulären Anstieg von cAMP, das dann seinerseits die Absorption von Natrium und Chlorid vermindert und die Sekretion von Natrium und Chlorid bzw. Bikarbonat steigert (ARGENZIO, 1978; WHIPP, 1978). SIMON et al. (1981) halten es dagegen für unwahrscheinlich, daß cAMP eine Rolle bei der Gallensäuren-induzierten Diarrhoe spielt.

Gallensäuren und Dihydroxyfettsäuren vergrößern wahrscheinlich auch die Poren in den Abschlußleisten, so daß durch den Austritt von Natrium in das Lumen der interzelluläre osmotische Druckgradient für eine Nettoabsorption fehlt (ARGENZIO, 1978).

2.3.4. Veränderungen der Resorption und Sekretion von Elektrolyten

Die Elektrolyt- und Flüssigkeitsbewegungen (Resorption und Sekretion) über die intestinale Mucosa sind sehr viel

größer als die täglich aufgenommene Flüssigkeitsmenge. Der überwiegende Teil dieser Bewegungen erfolgt durch passive Diffusion durch die Poren der Abschlußleisten. Wenn die Sekretion die Absorptionskapazität übertrifft oder wenn die Absorption vermindert ist, resultiert daraus eine Nettosekretion und damit Durchfall (MOON, 1978). Eine Vergrößerung der Poren kann durch Entzündungen, Parasiteninvasionen und Gallensäuren bedingt sein. Durch den permanenten Natrium-Ausstrom in das Lumen kann im Interzellularspalt kein osmotischer Druck aufgebaut werden (ARGENZIO, 1978).

Bei verschiedenen viralen und bakteriellen Enteritiden kommt es zu einer Beeinträchtigung von Enzymen des Salztransportes. KERZNER et al. (1977) finden eine Reduktion des Na-K-ATPase-Gehaltes der Mucosa bei TGE-infizierten Ferkeln. HAMILTON et al. (1978) weisen eine negative Wirkung von Cholera-Enterotoxin auf die Na-K-ATPase nach und halten die gleiche Wirkung auch beim Colitoxin für möglich.

Hypersekretion, d.h. Elektrolyt- und Flüssigkeitseinstrom in das Lumen unabhängig von Änderungen der Permeabilität, der Absorptionskapazität oder exogen bedingter osmotischer Gradienten, wird durch einen intrazellulären Anstieg von cAMP bewirkt (MOON, 1978). Auch Calcium/Calmodulin und cGMP haben einen Einfluß auf die Sekretion (WHIPP, 1978; NAFTALIN, 1981; TURNBERG, 1981).

Die intrazelluläre cAMP-Konzentration steigt durch eine Aktivierung der Adenylcyclase oder eine Hemmung der Phosphodiesterase, die ihrerseits durch verschiedene Agenzien, wie verschiedene bakterielle Toxine, langkettige Fettsäuren, Gallensalze, Prostaglandine und VIP (vasoactive intestinal polypeptide) beeinflußt werden (JIMON et al., 1981; TURNBERG, 1981). Das Ergebnis ist dann eine Sekretion von NaCl und/oder NaHCO₃ (WHIPP, 1978).

Nicht cAMP-Effekte mit sekretorischer Wirkung gehen auf die Bildung von cGMP zurück. Auf diesem Weg wirken einige neurologische, endokrine und mikrobiologische Sekretagoga wie Carbamylcholin, Serotonin, Pentagastrin, Glucagon, Thyreocalcitonin, parasympatischer Einfluß und E.coli-Toxin

(heat-stable toxin) (WHIPP, 1978).

Intrazelluläres Calcium wird mittels Sekretagoga entweder durch eine Permeabilitätserrhöhung der Membran für Ca oder durch eine intrazelluläre Freisetzung, die einer cAMP-Erhöhung gefolgt ist, erhöht. Das Ca aktiviert Calmodulin, ein hitzestabiles Protein, das dann die Durchlässigkeit der Mucosamembran für Chlor erhöht. Diese Hypothese stellt NAFTALIN (1981) auf.

Die angeborene Chlordiarrhoe des Menschen hat ihre Ursache in einem Fehlen des normalen Chlorid-Bikarbonat-Austauschprozesses (TURNBERG, 1981).

2.3.5. Änderungen der Mikroflora im Verdauungstrakt

Wenn aus verschiedenen, noch nicht zufriedenstellend geklärten Gründen, die Homöostase gestört wird, so folgt nach GUGGENBICHLER und STICKLER (1975) eine Überwucherung der normalen Flora v.a. des Duodenums und Jejunums durch aerobe und anaerobe Keime mit allen nachteiligen Folgen. Dieser Vorgang wird "endogene Infektion" genannt. ARGENZIO (1978) beschreibt drei mögliche Wege, die infolge Suppression oder Anstieg der mikrobiellen Fermentation zu einer abnormen mikrobiellen Verdauung und dadurch zur Diarrhoe führen können:

- 1) Begünstigung der Ansiedlung pathogener Keime durch Änderung der Bakterienflora und ihrer Gärungsprodukte (flüchtige Fettsäuren, Redoxpotential, pH)
- 2) Erniedrigung oder Wegfall normaler Resorptionsmechanismen (Wasser, gelöste Stoffe) durch pH-Anstieg bei gleichzeitiger Anwesenheit flüchtiger Fettsäuren
- 3) Anstieg der Osmolarität und der Azidität des Darminhaltes durch mikrobielle Vergärung von malabsorbiertem Futter

WELJERS und DE KAMER (1965) führen die Dysbakteriose im Darm zurück auf eine Invasion pathogener Keime oder auf eine abnormale Zusammensetzung des Chymus und daraus resultierende Änderungen der Bakterienflora oder drittens auf eine Behandlung mit darmwirksamen Desinfizien oder Antibiotika und die dadurch bedingte Suppression einer oder mehrerer Spezies.

AWAD-MASALMEH und WILLINGER (1981) sehen in der Dysbiose ein erstes erkennbares Anzeichen einer Störung der physiologischen Verhältnisse im Darm, die durch störende Umwelteinflüsse hervorgerufen sein kann. Sie stellen fest, daß besonders ein abrupter Futterwechsel von Muttermilch auf Getreideschrotmischfutter gleichzeitig mit dem Absetzen das Entstehen von Dysbiosen fördert.

Durch Aufnahmen großer Futtermengen auf einmal wird die normale Magenflora (Lactobazillen) vertrieben, und die eigentliche Dünndarmflora entwickelt sich bereits im Magen. Eine bestimmte Menge Futter kommt ohne Vorverdauung vom Magen direkt in den Dünndarm, was zur Folge hat, daß sich hier eine ungewöhnliche Entwicklung von bestimmten Bakterienarten vollzieht. Diese abnorme Entwicklung kann einen Reiz zu höherer Peristaltik verursachen (V.D. HEYDE, 1973).

Eine ungestörte Darmperistaltik und die Sekretion der Anhangdrüsen des Darmes, wie auch dessen Eigendrüsen, sind nach NIELSON et al. (1968) durch einen Auswasch- und Abtreibungseffekt dafür verantwortlich, daß sich pathogene Keime nicht im proximalen Teil des Intestinaltraktes festsetzen können. Weiterhin spielen Ernährungsfaktoren eine wichtige Rolle. Nach einer Futteränderung können sich, während der Adaptionszeit der normalen Keimflora, bereits an die neuern Bedingungen angepaßte pathogene Keime unverhältnismäßig schnell vermehren und so Verdauungsstörungen hervorrufen.

2.4. Einfluß der Fütterung

2.4.1. Einfluß der Fütterung auf den Verdauungskanal

In den Fütterungsempfehlungen für Absatzferkel und Mastschweine wird immer wieder auf das Auftreten von fütterungsbedingtem Durchfall hingewiesen, wobei die einzelnen Autoren unterschiedliche, wenn überhaupt, Gründe dafür angeben. Nach BOLLWAHN (1981) tritt die "nutritive Diarrhoe" nach Futterwechsel, Überfütterung und nach Verabreichung schwer verdaulicher Futtermittel auf. Dabei wird jedoch klar her-

ausgestellt, daß zwischen primärer Krankheitsursache und einer unterstützenden Funktion dieser Faktoren bei E.coli-Durchfall zu unterscheiden ist.

MENKE (1975) sieht die Ursache des fütterungsbedingten Durchfalls in der Verdaulichkeit der Ration. Hochverdauliche Rationen liefern den Bakterien wenig Substrat. Sie bauen daher Sekretproteine und Zelltrümmer aus dem Dünndarm ab, wobei toxische Produkte (Amine, Ammoniak) entstehen, die dann die Verdauungsstörungen hervorrufen. Daraus folgert er, daß der Rohfasergehalt in der Ration nicht kleiner als 5% sein darf. BERGNER (1982) kommt zu dem gleichen Ergebnis, wobei er feststellt, daß eine zu wenig Rohfaser enthaltende Diät das pH im Colon ansteigen läßt, was dann eine Begünstigung der decarboxylierenden Bakterien (bilden Amine) zur Folge hat.

DROCHNER et al. (1978) stellen fest, daß nur eine relativ niedrige intracaecal verabreichte Harnstoffmenge nötig ist, um regelmäßigen Durchfall zu erzeugen.

Das Ansteigen des pH-Wertes im Magen kommt nach EHLERT et al. (1983) durch eine ungeeignet zusammengesetzte Diät zustande. Die Folge sind eine Milieuänderung für die Magen-Darm-Flora mit Verdauungsstörungen und daran anschließend ein Aufsteigen von pathogenen Keimen aus den distalen Teilen des Magen-Darm-Kanals. Außerdem kann durch die Verfütterung einer stärkereichen Diät die amylolytische Kapazität der Tiere überfordert werden.

Ansaure Magermilch führt nach GRAUVOGL et al. (1974) und MEYER (1978a) leicht zu Durchfall und soll deshalb nicht verfüttert werden.

Den bei Flüssigfütterung und einer zusätzlichen Molke- oder Magermilchgabe auftretenden Durchfall bei abgesetzten Ferkeln reduzieren SZABO und GÜNTHER (1968) mit nutritiven Antibiotikadosierungen.

Durch die Flüssigfütterung auf Molkebasis (Futter-Molke-Verhältnis 1:3,3 bis 1:5,2) bedingt, stellen KRISTOF und LEIBETSEDER (1983) eine weichere Kotkonsistenz fest als bei normaler Kraftfuttermast. Die gelegentlich auftretenden diätetischen Durchfälle führen sie auf die leicht laxierende Wirkung der Molke zurück. Die Durchfallhäufig-

keit wird durch Tylosin in nutritiven Dosen gesenkt. HOLMES (1971) beobachtet bei Molkefütterung gelegentlich das Auftreten von Diarrhoe.

Bei einer überhöhten Molkezugabe sieht BURGSTALLER (1981) die Gefahr einer unzureichenden Lactoseverdauung im Dünndarm und eine anschließende Vergärung im Dickdarm, deren Folge ein dünnbreiiger bis wässriger Kot ist. Er folgert daraus, den Molkeanteil bei der Flüssigfütterung auf maximal das 4,5-fache der Trockenfuttermenge zu begrenzen.

WILLINGER (1964) kommt zu dem Ergebnis, daß jede gleichzeitig mit dem Absetzen oder unmittelbar danach durchgeführte Änderung der Fütterung eine Belastung des Organismus beinhaltet, die zu einer Vermehrung pathologischer Keime im Verdauungstrakt und in einem Teil der Fälle zu Durchfall führt. Besonders deutlich ist dies nach Magermilchfütterung zu beobachten.

Nach Molkefütterung beobachtet O'HARA (1972) spontane Todesfälle von Mastschweinen, die er darauf zurückführt, daß Molke als ein leicht vergärbares Substrat den Dickdarm erreicht, wo durch eine schnelle Gasproduktion ein intestinaler Spasmus hervorgerufen wird, und im Pfortadersystem ein schockartiger Zustand entsteht.

Nach Molkefütterung diagnostizieren ROWLAND und LAWSON (1973) eine Torsion der Gekrösewurzel, die den venösen Blutabfluß verhindert. Sie führen dies ebenfalls auf die intestinale Gasproduktion zurück.

TODD et al. (1977) sehen in der Gasproduktion die Ursache und im Volvolus die daraus resultierende Folge. Sie halten Molke nicht nur für ein hoch vergärbares Substrat, sondern sie glauben auch, daß Molke wesentliche Mengen von "gelöstem" Gas enthält, die durch Gärung in Anwesenheit von trägen Teilchen rasch freigesetzt werden.

Rupturen von Dickdarm oder unterem Dünndarm werden von MC CLAUSLAND und SOUTHGATE (1980) bei mit Molke gefütterten Schweinen gesehen. Sie führen dies auf eine Gasfreisetzung aus der Molke zurück und bringen dies mit der Menge der aufgenommenen Molke in Zusammenhang.

THOMLINSON (1969) macht für die Vermehrung und die Dominanz von pathogenen Keimen "Auslöser-Mechanismen" verantwortlich:

- 1) Abrupte Änderung der Diät, speziell beim Absetzen, wobei nicht nur die Fütterungsmethoden, sondern auch die Futterqualität zu beachten ist
- 2) Neugruppierungen in Verbindung mit Futteränderungen
- 3) Ungenügende Wasserzufuhr, besonders bei ad-libitum-Fütterung von Trockenfutter
- 4) andere sogenannte "Stressfaktoren": dämpfige, kalte Ställe, Kastration

Bei einer halbsynthetischen Diät mit 67% Lactose, von der eine Wachstumsstimulierung der Lactobazillen zu erwarten war, wird zwar über die gesamte Länge des Magen-Darm-Traktes beim Schwein eine deutliche Senkung der Gesamtzahl von Aeroben beobachtet. Die Anzahl der Anaeroben und Lactobazillen bleibt aber unverändert (V.D. HEYDE, 1973). Um beim Menschen die Anzahl der Lactobazillen signifikant zu erhöhen, sind enorme Mengen an Lactose notwendig (CASPARY et al., 1981).

CANN und READ (1981) haben bei Untersuchungen am Menschen herausgefunden, daß das Auftauchen von nicht absorbierten Kohlenhydraten im Colon die Entwicklung einer Diarrhoe prädisponiert, daß aber andere Faktoren den Anpassungsgrad an eine solche Kohlenhydratbelastung ändern müssen. Sie glauben, daß die Anpassung der Mikroflora für die Metabolisierung der Kohlenhydrate in flüchtige Fettsäuren und die Resorptionsfähigkeit des Organismus für diese Stoffe und das Wasser entscheiden, ob sich eine Diarrhoe entwickelt oder nicht.

Extreme Änderungen in der Nahrung des Menschen haben nur geringe Auswirkungen auf die Colon-Mikroorganismen. Dies ist nicht überraschend, da ein großer Teil der aufgenommenen Nahrung im Dünndarm resorbiert worden ist (CASPARY et al., 1981).

SCHORN (1982) verfüttert Kohlenhydratmengen (Tapiokamehl, Zucker, Stärke, Lactose) bis an die Grenze des Aufnahmevermögens und kann trotzdem keinen Durchfall über längere Zeit (max. 4 Tage) auslösen. Der pH-Wert-

Abfall im ausgeschiedenen Kot wird einer bakteriellen Vergärung unverdauter Kohlenhydrate zugeschrieben. Dennoch läßt dieses Versuchsergebnis die alimentär-diarrhoeische Bedeutung von Kohlenhydraten als pathogenetisch bedeutsamen Einzelfaktor fragwürdig erscheinen.

MÜLLER (1982) untersucht den Einfluß von Nahrungskarenz und anschließenden Futterwechsel auf die Kotkonsistenz und stellt fest, daß nach Gabe von rohfaser- und rohproteinreicher Fütterung nur ein geringer Abfall der Kot-Trockensubstanz zu verzeichnen ist, während bei einem rohfaser- und rohproteinarmen Futter deutliche Veränderungen zu sehen sind. Drei Tiere zeigen bei der Umstellung auf eine ausgewogene Grunddiät trotz dreitägiger antibiotischer Behandlung mehrere Tage (6-8) starken Durchfall. Dafür wird eine, nicht nachgeprüfte, temporäre Störung im Verdauungskanal verantwortlich gemacht, die dann zu Sekundärveränderungen (Schädigung der Schleimhaut oder des Pankreas) zu führen scheint.

2.4.2. Einfluß der Fütterung auf Koteigenschaften

2.4.2.1. Menge

HILL (1976) gibt die tägliche Kotmenge beim Schwein mit 0,5 - 3 kg an. Die Menge ist dabei in erster Linie von der Menge und der Art der aufgenommenen Nahrung abhängig, v.a. ist der Anteil der Zellulose maßgebend.

Bei gleichbleibender Futtermenge und höherer Wasseraufnahme steigt die Kotmenge (COOPER und TYLER, 1959).

Schweine mit einem Gewicht von 15 - 32 kg setzen durchschnittlich 570g (371-760g) Kot in 24 Stunden ab. Dies entspricht ca. 27g Kot/kg KGW (SCHORN, 1982).

2.4.2.2. Konsistenz

EISMANN (1975) nimmt die visuelle Beurteilung des Kotes nach folgenden Konsistenzbereichen vor:

- flüssig
- dünnbreiig
- dickbreiig
- fest geformt

Bei seinen Versuchen fällt auf, daß bei Tieren, die einen erhöhten Rohfasergehalt (+5% Holzschliff) im Futter haben, weniger häufig ein dünnbreiiger Kot registriert wird als in der Kontrollgruppe, obwohl sich der Kot-Wassergehalt umgekehrt verhält. Als Grund wird eine gelartige Wasserbindung durch die unverdaulichen Rohfaseranteile angenommen.

RENSMANN (1976) teilt die Kotkonsistenz folgendermaßen ein:

- dünnbreiig, wässrig
- breiig ungeformt
- weich geformt
- fest geformt

Bei der Gegenüberstellung der visuellen Befunde mit den einzelnen Trockensubstanzgehalten zeigt sich eine deutliche Übereinstimmung.

SCHORN (1982) ordnet den frisch abgesetzten Kot einer der folgenden Stufen zu:

- wässrig
- dünnbreiig
- dickbreiig
- pastös geformt
- fest geformt
- hart geformt

Bei der Auswertung ergibt sich, daß die Konsistenzstufen einen relativ großen Bereich von Trockensubstanzgehalten umfassen und daß eine unscharfe Abgrenzung gegenüber benachbarten Konsistenzstufen gegeben ist. Besonders deutlich wird dies bei Verlaufsuntersuchungen von durchfallkranken Schweinen. Am häufigsten und auffälligsten treten Mißverhältnisse zwischen Trockensubstanzwert und adäquater Kotkonsistenzstufung bei der Beurteilung von dick- oder dünnbreiig auf.

2.4.2.3. Trockensubstanz- und Wassergehalt

Der Wassergehalt des Kotes schwankt nach Art der Nahrung, der Wasseraufnahme und dem Wasserverlust durch Nieren und Haut und liegt beim Schwein zwischen 55% und 75% (TS-Gehalt: 25-45%) (HILL, 1976).

Der durchschnittliche Kot-TS-Gehalt beträgt bei Schlachtschweinen, die mit roher Kartoffelstärke gefüttert wurden,

19,8% gegenüber 17,2% bei der Fütterung mit gedämpften Kartoffeln (LEDINEK, 1970).

COOPER und TYLER (1959) stellen einen Anstieg der Kot-TS von 28,2% auf 38,5% fest, wenn der Rohfasergehalt in der Ration von 0 auf 4% steigt.

CUNNINGHAM et al. (1962) beschreiben dagegen eine Abnahme des TS-Gehaltes von 37,9% auf 35,3% bei Mastschweinen über 65kg bei einem Rohfaseranstieg im Futter von 4,3% auf 20,0%. RICHTER und BUSCH (1970) kommen zu einem ähnlichen Ergebnis. Bei 5% Rohfaser im Futter beträgt der durchschnittliche TS-Gehalt 31,4%, während bei 11,4% Rohfaser der TS-Gehalt auf 26,5% sinkt.

EISMANN (1975) und RENSMANN (1976) erreichen durch ein roh-faserreiches Futter (+5% Holzschliff) einen Anstieg des Kot-Wassergehaltes von ca. 72% auf 77%.

Bei 13-35kg schweren Schweinen liegt der durchschnittliche Kot-TS-Gehalt zwischen 23,9% und 31,6%. Er fällt nach Applikation von verschiedenen Laxantien bei verschiedenen Tieren auf unter 6% (SCHORN, 1982).

2.4.2.4. pH-Wert

Der Schweinekot reagiert im allgemeinen alkalisch, nach reichlicher Kohlenhydratfütterung, die eine vermehrte Gärung bedingt, jedoch sauer (HILL, 1976).

LEDINEK (1970) findet nach einer Fütterung mit rohen bzw. gedämpften Kartoffeln einen pH-Wert von pH 6,3 bzw. 6,7.

Bei Fütterung einer Standarddiät liegen die Kot-pH-Werte zwischen pH 6,9 und 7,4. Bei Zugabe von Rohfaser steigt der pH-Wert mehr oder weniger deutlich, während er bei einer Stärkesupplementierung fällt (RENSMANN, 1976).

Die Kot-pH-Werte gesunder Schweine bewegen sich zwischen pH 6,6 und 7,7, wobei die Mehrzahl der Werte im schwach alkalischen Bereich liegen. Durchfallkranke Schweine zeigen einen Kot-pH von pH 4,7-8,9 mit einem Überwiegen der sauren Werte. Bei medikamentell provoziertem Durchfall treten nur saure pH-Werte auf (SCHORN, 1982).

2.4.2.5. Partikelgröße

SILVA SERRANO (1974) untersucht mit Hilfe von drei übereinandergesetzten Sieben (Maschenweite 2mm; 1mm; 0,2mm) Rinderkot. Er stellt fest, daß bei einer Fremdkörpererkrankung der Kot schlechter, bei einer Dislocatio abomasi sinistra besser zerkleinert wird als der Kot gesunder Rinder.

SCHORN (1982) vergleicht den Kot durchfallkranker Schweine mit dem von gesunden. Es werden fünf übereinandergestellte Siebe verwendet (Maschenweite 1mm; 0,5mm; 0,25mm; 0,125mm; 0,063mm). Als Ergebnis wird festgestellt, daß mit steigendem Kotwassergehalt der prozentuale Anteil in jedem der fünf Siebe gleichmäßig zurückgeht zugunsten der Fraktion 6, die den errechneten Wert, der kleiner als 0,063mm ist, darstellt. Dies wird auf den guten Zerkleinerungsgrad der verfütterten Pellets und die gesteigerten bakteriellen Fermentationsprozesse während der schnelleren Passage zurückgeführt.

2.4.3. Änderung der Passagezeit

LENKEIT (1932) stellt fest, daß bei unzureichender Fütterung die Ausscheidungszeit von Indikatorfutter auf 7 Tage verlängert wird gegenüber einem Ausscheidungsende zwischen 3 und 5 Tagen.

Die Passagezeit (Beginn 10-24 Stunden, Ende 80-90 Stunden) ändert sich nach CASTLE und CASTLE (1957) in Abhängigkeit von Futter- und Wassermenge: Wenn die Hälfte der zustehenden Ration verfüttert wird, verlängert sie sich; sie nimmt aber ab, wenn Futter- und/oder Wassermenge erhöht werden. RICHTER und BUSCH (1970) bestätigen, daß die Durchgangszeit bei höherer Flüssigkeitsaufnahme verkürzt wird.

KIDDER et al. (1961) stellen fest, daß bei Saugferkeln eine aus Maisstärke, Milchkasein und Vollmilchpulver bestehende Diät länger im Colon bleibt als Sauenmilch.

MANER et al. (1962) kommen nach Untersuchungen an 4 Wochen alten Ferkeln zu dem Ergebnis, daß der Indikator zwischen 14 und 24 Stunden nach einer Sojaprotein enthaltenden Mahlzeit im Kot erscheint gegenüber 36 bis 48 Stunden bei

Kaseinfütterung. Diese Differenz der Passagedauer ist bei 10 Wochen alten Ferkeln nicht mehr zu finden.

GOLDSTEIN (1950) berichtet, daß mit steigendem Ballastgehalt im Futter die Passagezeit verkürzt wird (Beginn 12 Std., Ende 63 Std.).

Mit steigendem Strukturanteil im Futter (Strohmehl, Zellulose) verkürzen sich die Durchgangszeiten von normal 6 Tagen bei 5% auf 2 bis 3 Tage bei 20% (MANGOLD und BEHM, 1954).

Verglichen mit pelletiertem Futter ist die Ausscheidungs-dauer einer mehlförmigen Ration geringfügig verlängert, wobei jedoch zu beachten ist, daß der Ausscheidungsbeginn bei Mehl früher liegt (SEERLEY et al., 1962).

Die Durchgangszeiten der Ingesta bei tragenden Sauen verkürzen sich um durchschnittlich 12 Stunden bei einem Roh-faseranstieg in der Ration von 5,3% auf 11,4% (RICHTER und BUSCH, 1970).

Gröberes Futter (Gerste) hat eine schnellere Passage zur Folge als feine Teile (LAWRENCE, 1972).

Die Aufenthaltsdauer des Futters im Colon macht nach KEYS und DE BARTHE (1974) 80% der Passagezeit durch den gesamten Magen-Darm-Trakt aus.

DROCHNER und HAZEM (1975) untersuchen die Wirkung von Holz-schliffzulage (5%) zu einem rohfaserarmen Grundfutter. Sie stellen fest, daß die Passage beschleunigt wird, aber nicht im Bereich von Magen und Dünndarm. Hier kommt es zu einer verlängerten Verweildauer.

Der Aufenthalt von rohfaser- und besonders ligninreichen Futterkomponenten (ca. 6% Rohfaser, hauptsächlich Holz-faserstoff) im Colon beträgt weniger als 24 Stunden (DROCHNER et al., 1978).

FIORAMONTI und BUENO (1980) berichten über die Änderung der Passagezeit bei drei verschiedenen Diäten:

- a) Standard-Ration
- b) Milchpulver und Kleie
- c) Milchdiät

Die mittlere Durchgangszeit beträgt 40 Stunden bei der Stan-darddiät gegenüber 66 Stunden bei der Milchpulver-Kleie-Füt-terung und 120 Stunden bei reiner Milchdiät.

SCHORN (1982) findet bei 15-32kg schweren Schweinen einen Farbausscheidungsbeginn von 8-13 Stunden nach der Fütterung. Die Ausscheidung ist 36-72 Stunden nach der Aufnahme beendet. Durch abrupte Futterumstellung auf kohlenhydratreiche Futtermittel (Tapioka, Stärke, Lactose, Zucker) kann keine Änderung der Passagezeit festgestellt werden.

2.4.4. Beeinflussung der Harnmenge und des spezifischen Gewichtes

Die Wasseraufnahme hat die größte Bedeutung für die Menge des abgeschiedenen Harnes. Bei einer durchschnittlichen täglichen Flüssigkeitsaufnahme über Futter und Trinkwasser von 30-70ml/kg KGW erfolgt eine renale Wasserausscheidung von 10-30ml/kg. Die Wasserabgabe erfolgt aber auch mit den Faeces und als "insensible" Wasserabgabe, worunter man die Verdunstung über die Haut sowie über die Lunge bei der Sättigung der Atemluft mit Wasserdampf versteht. Das spezifische Gewicht des Harnes liegt beim Schwein zwischen 1010 und 1050 (VOGEL und GÄRTNER, 1976).

SCHORN (1982) stellt bei seinen Versuchen fest, daß Schweine bei Glaubersalzgabe mehr Harn mit geringerer Konzentration absetzen. Bei Anwendung von anderen Laxantien (Aloe, Rizinusöl) und bei artifiziellen Infektionen mit E.coli und TGE-Virus nehmen Wasseraufnahme und Harnmenge deutlich ab und das spezifische Harngewicht zu (bei TGE-Infektion bis zu 1070). Dies wird mit dem unterschiedlichen Wirkungsmechanismus der Laxantien bzw. der infektiösen Diarrhoe erklärt: Bei Glaubersalz herrscht eine rein osmotische Diarrhoe vor mit verminderter Wasserabsorption und zusätzlicher Wassersekretion. Die Folge ist eine Bluteindickung und eine daraus resultierende Stimulierung des Durstzentrums (ULLRICH, 1975). Bei den anderen Diarrhoeformen gehen nicht nur Wasser, sondern auch Elektrolyte verloren. Die genannten Vorgänge laufen dann nicht in der Intensität ab und haben einen geringeren Einfluß auf die Stimulierung des Durstzentrums.

2.4.5. Futteraufnahme und Zuwachs

In der 5. Lebenswoche beträgt die Futtertrockensubstanzaufnahme ca. 4-5% der Lebendmasse. Die Aufnahmemenge bleibt während der weiteren Entwicklung relativ gleich. EISMANN (1975) beobachtet bei 7-23kg schweren Schweinen eine tägliche Aufnahme von etwa 5,3% der Lebendmasse, die nach einer Rohfaserzulage zum Futter von 5% auf 4,9% zurückgeht.

RENSMANN (1976) findet bei Ferkeln mit 17-26kg KGW eine tägliche Futtertrockensubstanzaufnahme von 4,3%, die nach Zulage von Stärke oder Holzschliff auf 3,9% der Lebendmasse zurückgeht, während bei einer gleichzeitigen Zugabe von Stärke und Holzschliff keine deutliche Veränderung der Trockensubstanzaufnahme zu sehen ist.

Nach 18- bzw. 24-stündiger Nahrungskarenz stellt KAMPHUES (1981) bei Schweinen (17-28kg) eine Futteraufnahme (TS) von ca. 6,7% der Lebendmasse fest.

MÜLLER (1982) findet bei Schweinen mit einem Gewicht von 9-28kg eine durchschnittliche tägliche Futteraufnahme von 54g TS/kg KGW. Nach Erhöhung des Rohfaseranteils (+4%) im Futter und nach einer 24-stündigen Nahrungskarenz nehmen die Tiere 82g TS/kg KGW auf.

MEYER (1978b) stellt für die Futteraufnahme und die täglichen Zunahmen folgende Werte auf:

Gewicht	Futteraufnahme	tägl. Zunahme
kg	g/Tag	g
8,5	200	280
10,5	200-400	320
15-16	450-650	360

Als Futter wird pelletiertes Ferkelaufzuchtfutter vorgelegt.

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Material und Methoden

3.1.1. Versuchsplan (Versuchsübersicht)

In den Untersuchungen sollte der Einfluß eines abrupten Futterwechsels bei gleichzeitiger Änderung der Umgebungs- und/oder Futtertemperatur auf die Konsistenz und Zusammensetzung des Kotes von Läuferschweinen geprüft werden. In Anlehnung an die Praxissituation wurde versucht, die Änderung der Art der Futterverabreichung (Trocken-, Fließfutter) zu simulieren. In der Praxis wird aber eine derartig krasse Futter- und Klimaumstellung kaum durchgeführt, da im günstigsten Fall nur eine Verlängerung der Mastdauer resultiert, die jedoch mit wirtschaftlichen Einbußen einhergeht, und im ungünstigsten Fall mit Tierverlusten zu rechnen ist. Gleichzeitig sollte versucht werden, nutritiv bedingten Durchfall auszulösen.

Die Versuche wurden in zwei Gruppen unterteilt:

1) Kaltversuche

In kalter Umgebung wurde kaltes Futter verabreicht.

2) Warmversuche

Die Umgebungs- und Futtertemperatur betrugen ca. 20°C. Das vorgelegte Futter befand sich in einem für die Schweine ungünstigen Zustand (mikrobiell kontaminiert und/oder ansauer).

3.1.2. Versuchsanordnung

a) Versuchstiere

Jeweils sechs kastrierte und unkastrierte Läufer Schweine der Deutschen Landrasse mit einem Gewicht von 8,8kg bis 13,9kg bei Versuchsbeginn wurden als Versuchstiere eingesetzt. Sie stammten aus der Schweineherde des Lehr- und Versuchsgutes der Universität München. Die Ferkel wurden 2-21 Tage vor Versuchsbeginn abgesetzt. Die Tiere hatten jederzeit Zugang zum Trinkwasser, das die Temperatur der jeweiligen Umgebung hatte.

b) Versuchsfutter

Die Tiere wurden in den einzelnen Versuchen mit Ausnahme der Versuche 1 und 2 während der Vorperiode mit dem pelletierten "Feldmochinger Automaten-Starter F 2" (FELDMOCHINGER KRAFT-FUTTERWERK, München) gefüttert.

Zusammensetzung (Angaben des Herstellers):

Rohprotein	17,0%	Zusatzstoffe je kg Mischfutter
Rohfett	3,0%	20.000 IE Vit A
Rohfaser	6,0%	2.500 IE Vit D ₃
Rohasche	7,0%	38 mg Vit E
Calcium	0,9%	50 mg Carbadox
Phosphor	0,7%	200 mg Kupfer
Natrium	0,2%	Propionsäure
Lysin	0,95%	BHT
EZS 62		

In der Vorperiode der Versuche 1 und 2, sowie in den Hauptperioden aller Versuche, wurde eine einheitliche Schrotmischung vorgelegt. Diese wurde aus Mais, Gerste, Kleie, Soja-schrot, Fischmehl, Leinexpeller und einer Mineralstoffvorbereitung im Lehr- und Versuchsgut der Universität München hergestellt. Der Gehalt an Inhaltsstoffen wurde nach der DLG-Futterwerttabelle (BLT, 1978) ermittelt:

1 kg enthält	Rohfaser	4,6%
	verd. Eiweiß	152 g
	GN	700
	Lysin	9,3 g
	Meth und Cystin	6,2 g

Verdaulichkeit 85%

Die Schrotmischung wurde mit einem unterschiedlichen Flüssigkeitszusatz (Wasser, Molke, Magermilch) im Futter-Flüssigkeitsverhältnis 1:3 verfüttert.

	Molke	Magermilch
TS	5,6%	8,7%
verd. Eiweiß	7 g	32 g
GN	50	78
Lysin	0,5 g	2,6 g
Meth und Cystin	0,3 g	1,2 g
Verdaulichkeit	97%	95%

Die Futtermenge richtete sich nach dem Aufnahmevermögen der Schweine. Sie bekamen soviel Futter vorgelegt, wie sie innerhalb von 30 Minuten aufnahmen ("Fütterung auf blanken Trog").

3.1.3. Versuchsdurchführung

a) Haltungsbedingungen

Während der Vorperiode wurden die Tiere in einem beheizbaren Raum, während der Hauptperiode entweder im gleichen Raum oder in einem Raum, der die jeweilige Außentemperatur aufwies, untergebracht.

Die Schweine wurden in Stoffwechselkäfigen gehalten, die zusammen mit BIRKERT (1984) angefertigt wurden. Sie unterscheiden sich von den von SCHORN (1982) beschriebenen Modellen in folgenden Merkmalen:

Die Käfige sind durch Kunststoffrollen fahrbar. Die Stahllochbleche haben, zumindest auf der Standfläche der Schweine, einen Lochdurchmesser von 12 mm. An der Unterseite der Lochbleche sind Heizschlangen aus einem 8 mm starken Kupferrohr

im Abstand von 10cm über eine Fläche von ca. 40x70cm angebracht. An beiden Enden des Kupferrohrs sind je ein Gardena-Hahnanschlußstück angebracht. Die Verstellung der Seitenwände erfolgt über die bereits vorgebohrten Regal-Winkeleisen. Als Futtergefäß wurde eine 5 l fassende Edelstahlschüssel eingesetzt.

Nach der Modifizierung der bereits vorhandenen Käfige stehen für die Versuche sechs Stellplätze (vier Einzelkäfige, ein Doppelkäfig) zur Verfügung.

Während der Vorperiode wurde bei einem Teil der Versuche über ein Schlauchsystem ca. 60°C heißes Wasser durch die Kupferrohre geschickt (Bodenheizung).

b) Fütterung

Die Fütterungen erfolgten um 8.00 Uhr und um 16.00 Uhr. Die Futtertemperatur war während der einzelnen Versuche unterschiedlich. Näheres ist aus den einzelnen Versuchsbeschreibungen ersichtlich.

c) Probenentnahmen und Untersuchungsmethoden

Die zur Fütterung gelangte Futter- und Flüssigkeitsmenge, sowie die aus den Selbsttränken entnommene Wassermenge wurden protokolliert. Außerdem wurden die Futtertemperatur und bei Flüssigfütterung der pH-Wert des Futters notiert. Aus den je sechs pH-Messungen der Vormittags- und Nachmittagsfütterung wurde der Mittelwert gebildet und notiert. Die Probenentnahme erfolgte während der Futterzeiten. Zur Bestimmung der Passagezeit des Futters durch den Magen-Darm-Trakt wurde das jeweilige Futter (Schrot oder Pellets) mit der gleichen Gewichtsmenge einer 1%igen Methylenblaulösung versetzt und den Tieren entweder so oder in dem Futter-Flüssigkeitsverhältnis 1:3 verabreicht. Der abgesetzte bzw. rektal entnommene Kot wurde auf blaue Farbspuren untersucht. Ausscheidungsbeginn und -ende wurden zeitlich festgehalten. Der abgesetzte Kot wurde sorgfältig von den Lochblechen und aus den untergestellten Plastikwannen gesammelt und gewogen. Zur Bestimmung der Kottrockensubstanz und der Partikelgröße wurde frisch abgesetzter (maximal eine Stunde alt) bzw. rektal entnommener Kot, bei der pH-Messung stets rektal entnommener Kot, verwendet.

Das Gewicht aus diesen Kotmengen wurde zu der Tageskotmenge addiert.

Die Konsistenz des entnommenen Kotes wurde makroskopisch beurteilt nach dem von SCHORN (1982) aufgestellten Schema:

hart geformt

fest geformt

pastös geformt

dickbreiig

dünnbreiig

wässrig

Der Trockensubstanzgehalt und die Partikelgröße wurden an einer jeweils gleich großen Menge Kot ermittelt (meist je 50g, aber nicht weniger als 10g). Die Bestimmung der beiden Parameter erfolgte dann in der von SCHORN (1982) beschriebenen Art und Weise:

Zur Bestimmung der Kotpartikelgröße wurde eine Laborsiebmaschine vom Typ Retsch-Vibro (Fa. Retsch) verwendet.

Die Maschenweite der einzelnen Siebe betrug:

Sieb 1: 1,0mm

Sieb 2: 0,5mm

Sieb 3: 0,25mm

Sieb 4: 0,125mm

Sieb 5: 0,063mm

Der Siebvorgang dauerte 10 Minuten und erfolgte so, daß die gesamte Fläche des obersten Siebes mit Wasser besprüht wurde. Der Siebrückstand wurde durch rückwärtiges Auswaschen in Kaffeefiltertüten Nr. 1x6 (Melitta) überführt und dann bei 150°C zwei Stunden lang in einem Trockenschrank mit mechanischer Luftbewegung (Melag, Berlin) getrocknet. Nach Abziehen des Gewichtes der Filtertüten erhielt man das Netto-Gewicht der einzelnen Fraktionen, das als % der Trockensubstanz der eingewogenen Kotmenge berechnet wurde. "Sieb 6" ist die errechnete Differenz zwischen 100% und der Summe der Prozente der fünf gemessenen Fraktionen.

Die Bestimmung der Kot-Trockensubstanz wurde in analoger Weise durchgeführt: Der Kot wurde in aus Aluminiumfolie geformte Schalen eingewogen, zwei Stunden bei 150°C getrocknet und gewogen. Nach Abzug des Foliengewichtes wurde die Trockensubstanz als % der eingewogenen Frischkotmenge errechnet.

Der Kotwassergehalt in % entspricht der Differenz zwischen 100% und der TS %.

Zur pH-Bestimmung wurde der rektal entnommene Kot (5,0g) sofort mit 5,0g Aqua dest. mit der Glaselektrode (INGOLD) gut vermischt. Am Digital-pH-Meter (WTW-Weilheim) wurden dann fünf Werte abgelesen und deren Mittelwert als Endwert festgehalten.

Das täglich zweimalige Messen der in der Harnauffangwanne angesammelten Flüssigkeit ergab die 24-Stunden-Harnmenge. Das spezifische Gewicht des frisch abgesetzten Harns wurde refraktometrisch (ATAGO URICON, Japan) bestimmt.

Zu Beginn der VP sowie zu Beginn und am Ende der HP wurden die Tiere gewogen. Aus diesen Werten errechnen sich das tägliche Gewicht und die durchschnittlich täglichen Zunahmen.

3.1.4. Versuchsablauf

Jeder Versuch bestand aus Vorperiode (VP) und Hauptperiode (HP), in denen die gleichen Parameter bestimmt wurden.

Die Versuchstiere wurden ein bis zwei Tage vor Beginn des Versuchs zur Eingewöhnung in die Stoffwechsellkäfige gebracht. An das Futter (Pellets), das während dieser Zeit und der anschließenden Vorperiode, gefüttert wurde, waren die Tiere z.T. bereits gewöhnt. Der Umstellung auf das Versuchsfutter ging während der letzten Mahlzeit der Vorperiode eine Reduzierung der Futters - einmal wurde kein Futter verabreicht - voraus.

Die Vorperiode konnte dann abgeschlossen werden, wenn die Tiere zumindest während drei aufeinanderfolgenden Mahlzeiten die gleiche oder ein steigende Futtermenge aufnahmen. Die Hauptperiode erstreckte sich über fünf Tage, in je einem Fall über vier bzw. sechs Tage.

3.1.5. Versuchsauswertung

Zur Versuchsauswertung wurden die Meßwerte des jeweils letzten Tages der VP und der HP herangezogen.

Auf die Angabe der Mittelwerte und der Standardabweichung aus VP und HP wurde verzichtet. Wegen der anfangs nur ge-

ringen Futter- und Wasseraufnahme und der daraus resultierenden geringeren Kot- und Urinmenge würden die Mittelwerte nicht den tatsächlichen Verlauf widerspiegeln. Andererseits dauerte es eine gewisse Zeit, bis sich die Werte in der HP stabilisiert hatten. Außer bei den Parametern Sieb 1 bis 6 waren am ersten und zweiten Tag der HP keine signifikanten Unterschiede, verglichen mit der VP, zu sehen.

Die Änderungen zwischen dem letzten Tag der VP und dem letzten Tag der HP wurden mit dem Vorzeichen-Rangsummentest von Wilcoxon überprüft. Die Signifikanz der Änderungen wird mit * gekennzeichnet.

Die Differenzen letzter Tag der HP - letzter Tag der VP über alle Variablen wurden einer Varianzanalyse unterzogen. Die Unterschiede zwischen den Versuchen wurden mit dem Scheffe-Test ermittelt.

Zwischen den einzelnen Parametern wurden, getrennt nach Versuchen, die Korrelationen nach Pearson berechnet. Hierzu wurden die Meßergebnisse aller Tage berücksichtigt.

Für die Parameter Sieb 1 bis Sieb 6 wurden zusätzlich die Unterschiede zwischen dem letzten Tag der VP und jeweils allen Tagen der HP, getrennt für jeden Versuch, auf Signifikanz überprüft.

3.2. Ergebnisse

Im Text und in den Tabellen wurden folgende Abkürzungen und Einheiten verwendet:

VP	Vorperiode
HP	Hauptperiode
VT	Versuchstier/e
Gew, KGW	Gewicht der Tiere (kg)
Fu	täglich aufgenommene Futtermenge (g)
Fl	Menge der dem Futter zugesetzten Flüssigkeit (Wasser, Molke, Magermilch) (g)
TrW	aus den Tränknuckeln abgenommene Trinkwassermenge (l)
gFl	täglich aufgenommene Gesamtflüssigkeitsmenge; das ist die Summe aus der Trinkwassermenge und der dem Futter zugesetzten Flüssigkeit

U	Urinmenge/Tag (ml)
SpG	spezifisches Gewicht des Urins
Kot	Kotgewicht (g)
pH	pH-Wert des Kotes
KWa	absolute mit dem Kot ausgeschiedene Wassermenge, berechnet aus dem Kotgewicht und dem entsprechenden Kot-TS-Gehalt (g)
KW%	prozentualer Kotwasseranteil am Kotgewicht, errechnet aus $100\% - \text{Kot-TS}\%$ (%)
TS%	Kot-Trockensubstanz-Gehalt (%)
1	Sieb 1: prozentualer Kot-TS-Anteil mit einer Partikelgröße $\geq 1\text{mm}$ (%)
2	Sieb 2: prozentualer Kot-TS-Anteil mit einer Partikelgröße $\geq 0,5\text{mm}$ (%)
3	Sieb 3: prozentualer Kot-TS-Anteil mit einer Partikelgröße $\geq 0,25\text{mm}$ (%)
4	Sieb 4: prozentualer Kot-TS-Anteil mit einer Partikelgröße $\geq 0,125\text{mm}$ (%)
5	Sieb 5: prozentualer Kot-TS-Anteil mit einer Partikelgröße $\geq 0,063\text{mm}$ (%)
6	Sieb 6: errechnete Differenz zwischen 100% und der Summe der Prozente der Siebe 1 bis 5 (%)
$\Delta, \times$	Signifikante Änderung am letzten Tag der HP gegenüber dem letzten Tag der VP: $p \leq 0,05$
$\bar{x}$	Mittelwert
s	Standardabweichung

In den Tabellen wurden der jeweils letzte Tag der VP und der HP sowie deren Mittelwerte, die Standardabweichung und eine eventuelle signifikante Änderung aufgeführt.

3.2.1. Kaltversuche

Bei den drei Kaltversuchen wurden die Umgebungs- und Futtertemperaturen drastisch gesenkt (von durchschnittlich $20-21^{\circ}\text{C}$ auf $8-9^{\circ}\text{C}$ bzw. $18-20^{\circ}\text{C}$ auf $2-3^{\circ}\text{C}$). Das verabreichte Futter bzw. die Flüssigkeit waren frisch und zeigten makroskopisch keinerlei Veränderungen bezüglich des Aussehens und des Geruchs.

3.2.1.1. Versuch 1 (kaltes Wasser)

	VP	HP
Dauer	4 Tage	5 Tage
Gewicht	13,0-13,3kg	13,4-13,8kg
Bodentemperatur	28°C	6-8°C
Raumtemperatur	16-23°C	6-12°C
rel. Luftfeuchtigkeit	60-80%	70-80%
Futtermperatur	20,5-15°C ($\bar{x}$ =18,3°C)	2,5-5°C ($\bar{x}$ =4,1°C)
Futter-pH	5,78-5,85 ($\bar{x}$ =5,82)	5,82-5,90 ($\bar{x}$ =5,86)

Besonderheiten:

Stufenweise Futter- und Klimaanpassung

Die Tiere waren 6 Tage vor VP-Beginn abgesetzt worden. Am ersten Tag der VP wurde die Fütterung von Pellets auf Schrot (trocken) umgestellt. Am zweiten Tag der VP erhielten die Tiere Schrot und Wasser im Verhältnis 1:1 und am darauffolgenden Tag im Verhältnis 1:3. Dies wurde bis Versuchsende beibehalten. Am vierten Tag der VP wurde die Bodenheizung abgeschaltet.

Änderungen zu Beginn der HP:

Bodentemperatur, Raumtemperatur, Futtermperatur

Die Meßwerte am letzten Tag der VP und der HP sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Die täglichen Zunahmen lagen in der VP bei 105g/Tier und in der HP bei 100g/Tier (Tabelle 10).

Während der Futteraufnahme in der HP zeigten die Tiere ein unterschiedlich stark ausgeprägtes Zittern, das nach 10-30 Minuten nach Fütterungsende abgeklungen war.

Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme betrug in der VP 1370mg/Tier und Tag, während der HP 2080mg/Tier und Tag, wobei die mit dem Futter zugeführte Menge stets zunahm und die über die Nukkeltränke abgenommene Wassermenge deutlich abnahm.

Die aufgenommene Futtermenge sowie das Kotgewicht nahmen kontinuierlich zu.

Die 24-Std.-Harnmenge stieg bei einem durchschnittlich unverändertem spezifischen Harngewicht deutlich an.

Tabelle 2 : Meßwerte letzter Tag der VP und letzter Tag der HP im Versuch 1

VP Gew	Fu	F1	Trw	gF1	U	SpG	Kot	pH	Kwa	KWb	TS%	1	2	3	4	5	6	
1	14,4	375	1125	0,10	1225	560	1016	130	6,95	86	66,3	33,7	33,6	14,8	9,9	12,1	4,9	23,7
2	13,8	375	1125	0,15	1275	500	1011	300	7,92	243	81,0	19,0	24,5	15,7	5,2	12,2	5,2	36,8
3	14,1	375	1125	0,05	1175	740	1015	170	7,03	101	59,5	40,5	29,6	17,2	11,1	22,2	2,4	17,2
4	13,9	375	1125	0,45	1575	870	1014	275	7,35	183	66,8	33,2	23,4	13,2	8,4	13,8	3,0	37,9
5	13,4	525	1575	0,00	1575	730	1015	240	7,35	141	58,8	41,2	15,0	5,8	3,8	6,7	1,9	66,5
6	10,3	375	1125	0,25	1375	770	1011	165	7,13	91	55,6	44,4	26,1	13,5	10,8	11,7	1,8	36,0
Vorperiode																		
Σ	13,3	400	1200	0,17	1370	695	1013	213	7,29	138	64,7	35,3	25,4	13,6	8,2	13,1	3,2	36,4
s	0,44	61,24	183,7	0,16	204,4	138,4	3,45	68,1	0,35	62,6	9,14	9,14	6,30	3,99	3,05	5,06	1,50	16,96
Hauptperiode																		
1	14,7	650	1950	0,00	1950	400	1010	650	7,60	478	73,6	26,4	20,4	7,5	6,0	10,6	0,7	54,5
2	14,3	650	1950	0,00	1950	780	1015	225	7,19	139	62,0	38,0	36,6	7,0	5,2	9,6	2,6	58,7
3	14,9	650	1950	0,00	1950	960	1014	270	7,42	181	67,2	32,8	22,6	9,1	7,9	12,8	4,2	39,6
4	14,1	650	1950	0,15	2100	1130	1011	310	7,17	204	66,0	34,0	18,8	8,2	6,4	12,3	1,7	52,3
5	14,0	650	1950	0,00	1950	1040	1019	375	7,13	192	61,0	39,0	28,2	8,2	7,6	12,8	2,0	41,0
6	11,0	600	1800	0,80	2600	1420	1011	285	7,13	169	59,3	40,7	28,2	7,3	8,5	14,7	3,0	34,3
Σ	13,8	641	1925	0,16	2083	955	1013	342	7,27	227	64,8	35,2	25,8	7,9	6,9	12,1	2,4	46,7
s	1,43	20,41	61,23	0,32	260,1	344,3	3,45	154	0,19	124	5,29	5,24	6,58	0,77	1,26	1,80	1,19	9,72
Ä	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

Die Farbausscheidung mit dem Kot begann in der VP etwa 9 Std. nach der Fütterung und war nach ca. 49 Std. beendet. Die Werte der HP waren 8 Std. und 47 Std. (Tabelle 11).

Die Kotkonsistenz war während der VP und der HP fest geformt. Die mit dem Kot ausgeschiedene Wassermenge stieg an, während der TS-Gehalt des Kotes mit ca. 35% relativ konstant blieb. Der pH-Wert des Kotes betrug durchschnittlich 7,25 in der VP und 7,34 in der HP.

Der prozentuale Anteil des Kotes in den Sieben änderte sich nur wenig. Sieb 2 zeigt einen signifikanten Abfall (Tabelle 2).

Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten sind in Tabelle 9 aufgelistet.

Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme und die Urinmenge sind eng korreliert ($r=0,720$; $n=54$).

Weitere deutliche Korrelationen konnten nicht festgestellt werden.

3.2.1.2. Versuch 2 (kalte Molke)

	VP	HP
Dauer	3 Tage	4 Tage
Gewicht	13,9-14,1kg	14,2-14,5kg
Bodentemperatur	28°C	6-8°C
Raumtemperatur	18-22°C	6-12°C
rel. Luftfeuchtigkeit	65-75%	70-80%
Futtermperatur	17-20°C ($\bar{x}=18,5^{\circ}\text{C}$)	1-3°C ($\bar{x}=2^{\circ}\text{C}$)
Futter-pH	5,79-5,81 ($\bar{x}=5,80$)	4,15-4,88 ($\bar{x}=4,56$)

Besonderheiten:

Futter- und Klimaänderung

Die Schweine waren 14 Tage vor Versuchsbeginn abgesetzt worden. In der VP wurde Schrot und Wasser im Verhältnis 1:3 gefüttert, während der HP Schrot und frische Molke, Verhältnis 1:3.

Zu Beginn der HP wurde folgendes geändert:

Bodentemperatur, Raumtemperatur, Futtermperatur, Futter-pH, Futterzusammensetzung

In Tabelle 3 sind die Meßwerte am letzten Tag der VP und der

HP angegeben.

Die Ferkel nahmen durchschnittlich 133g/Tag in der VP und 100g/Tag in der HP zu. VT 8 hatte während der VP keine Gewichtszunahme und in der HP eine tägliche Abnahme von 80g (Tabelle 10). Während der Fütterung in der kalten Umgebung zitterten die Tiere unterschiedlich stark. Nach ca. 30 Min. war dieses Zittern verschwunden.

Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme stieg während der HP um ca. 200g auf 1900g/Tier und Tag. Damit war der Flüssigkeitsbedarf der Tiere offenbar gesättigt, da dann keine weitere Wasseraufnahme aus den Nuckeltränken erfolgte.

Die Futteraufnahme erhöhte sich kontinuierlich bei gleichzeitig beträchtlich schwankender Kotmenge.

Harnmenge und spezifisches Gewicht änderten sich kaum.

Die Methylenblauausscheidung in der HP begann ca. 13 Std. nach der Fütterung und endete nach etwa 63 Std. (Tabelle 11).

Die Kotkonsistenz während des gesamten Versuchs wurde als fest geformt eingestuft.

Der TS-Gehalt des Kotes ist mit 51,2% am letzten Tag der VP relativ hoch. Er dürfte jedoch auf einen Meßfehler, wegen der eingeschalteten Bodenheizung, zurückzuführen sein. Die Durchschnittswerte der vorausgegangenen und der nachfolgenden Tage (ca. 30%) kennzeichnen diesen Wert eindeutig als sog. Ausreißer.

Der Kot-pH fiel am letzten Tag der HP ab, blieb aber während der ganzen restlichen Zeit relativ konstant bei ca. 7,5.

Der prozentuale TS-Anteil des Kotes in den Sieben änderte sich nur wenig. Sieb 1 fällt von 25% auf 20% bei einem Anstieg von Sieb 6 von 38% auf 47%.

Die Beziehungen der einzelnen Siebe untereinander sind in Tabelle 9 dargestellt.

Eine negative Abhängigkeit bestand zwischen Urinmenge und spezifischem Harngewicht ($r=-0,516$; $n=48$).

Es bestand eindeutig keine Beziehung zwischen der Gesamtflüssigkeitsaufnahme und der Urinmenge ($r=0,084$; $n=48$) sowie der ausgeschiedenen absoluten Kotwassermenge ($r=0,067$; $n=48$) oder dem Kot-TS-Gehalt ($r=-0,260$; $n=48$).

Tabelle 3: Meßwerte letzter Tag der VP und letzter Tag der HP im Versuch 2

VT	Gew	Fu	Fl	TrW	gFl	U	SpG	Kot	pH	KWa	KW%	TS%	1	2	3	4	5	6
7	15,0	550	1650	0,2	1850	710	1016	340	7,54	204	60,2	39,8	29,1	10,5	9,0	13,5	5,0	32,6
8	14,4	550	1650	0,1	1750	800	1014	405	7,67	192	47,5	52,5	22,8	9,5	8,5	13,3	4,7	40,9
9	15,2	450	1350	0,2	1550	1120	1009	300	7,63	150	50,2	49,8	24,8	9,6	9,2	10,4	2,0	58,8
10	14,3	550	1650	0,1	1750	860	1013	480	7,42	273	57,0	43,0	25,5	27,9	9,3	16,2	4,6	16,2
11	14,4	450	1350	0,0	1350	870	1014	485	7,62	275	56,8	43,2	32,4	11,1	8,3	13,8	4,6	29,6
12	11,4	450	1350	0,7	2050	1210	1009	185	7,17	38	21,0	79,0	16,4	8,2	5,6	11,3	3,1	55,0
$\bar{x}$	14,1	500	1500	0,2	1716	928	1012	365	7,51	188	48,8	51,2	25,2	12,8	8,3	13,1	4,0	38,9
s	1,42	54,7	164	0,25	242	194	3,97	115	0,19	88,3	14,4	14,4	5,49	7,46	1,39	2,04	1,18	16,13

Λογισμικό

[illegible]

Handtænde

3.2.1.3. Versuch 3 (kalte Molke)

	VP	HP
Dauer	4 Tage	4 Tage
Gewicht	8,1-9,1kg	9,3-9,8kg
Bodentemperatur	28-30°C	6-9°C
Raumtemperatur	20-24°C	7-14°C
rel. Luftfeuchtigkeit	65-75%	60-75%
Futtermperatur	20°C	2-4°C ($\bar{x}=3,1^{\circ}\text{C}$)
Futter-pH	-	4,57-5,05 ($\bar{x}=4,74$)

Besonderheiten:

Extreme Futter- und Klimaänderung

Die Ferkel wurden unmittelbar vor VP-Beginn abgesetzt.

Mit Beginn der HP wurden folgende Parameter geändert:

Bodentemperatur, Raumtemperatur, Futterzusammensetzung (Pellets, Schrot und Molke), Futtermperatur, Futter-pH

In Tabelle 4 sind die Meßwerte der VP und der HP (jeweils letzter Tag) aufgelistet.

Die durchschnittliche tägliche Zunahme betrug in der VP 80g/Tier und in der HP 160g/Tier, jedoch mit sehr großen individuellen Schwankungen (Tabelle 10).

Die Tiere zeigten in der HP während und bis zu ca. 45 Minuten nach der Fütterung ein ausgeprägtes Zittern.

Die Gesamtflüssigkeitsmenge nahmen die Tiere in der VP ausschließlich über die Nuckeltränken, während der HP v.a. über das Fließfutter auf. In der HP war die Flüssigkeitsaufnahme größer als in der VP.

Futtermenge und Kotgewicht stiegen gleichmäßig an.

Die Urinmenge stieg kontinuierlich an, jedoch blieb das spezifische Gewicht ziemlich konstant.

Die Kotkonsistenz wurde während des gesamten Versuchs mit "fest geformt" und "pastös geformt" beurteilt.

Beginn der Methylenblauausscheidung im Kot war in der VP 9,6 Std. nach der Fütterung, Ende nach 55,7 Std.. Die Werte für die HP waren 15,3 Std. bzw. 75 Std. (vgl. Tabelle 11).

Der Kot-TS-Gehalt fiel im Durchschnitt von 32,7% auf 28,6%. Die einzelnen Tiere zeigten aber z.T. gegenteilige Veränderungen.

Der pH-Wert des Kotes verringerte sich nur gering im Durchschnitt, wobei aber bei einzelnen Tieren ein deutlicher Abfall auftrat.

Der prozentuale Kot-Anteil in den Sieben 1 und 2 stieg signifikant an, während bei den Sieben 3, 4 und 6 ein deutlicher und bei Sieb 5 ein geringer Abfall zu verzeichnen war.

Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten verdeutlichen dies (vgl. Tabelle 9).

Deutliche Korrelationen bestanden auch zwischen der Gesamtflüssigkeitsaufnahme und der Urinmenge ($r=0,658$; $n=49$) sowie dem mit dem Kot ausgeschiedenen Kotwasser ($r=0,706$; $n=48$). Das Kotgewicht stand in Beziehung zur Futteraufnahme ($r=0,730$; $n=48$).

Eine geringe Abhängigkeit konnte zwischen Urinmenge und spezifischem Harngewicht nachgewiesen werden ($r=-0,516$; $n=49$).

3.2.2. Warmversuche

Bei den vier Warmversuchen (Versuch 4, 5, 6 und 7) wurde die Umgebungs-(ca. $17-24^{\circ}\text{C}$) und die Futtertemperatur (ca. 20°C) nur in geringem Maße geändert. Die Verabreichung eines in seinem Frischegehalt veränderten Futters war die beabsichtigte Änderung mit Beginn der HP. Zuerst wurde längere Zeit gelagerte (min. $3\frac{1}{2}$ Tage) Molke bzw. Magermilch verfüttert. Bei Versuch 7 wurde ansaure Magermilch eingesetzt.

3.2.2.1. Versuch 4 (warme Molke)

	VP	HP
Dauer	3 Tage	5 Tage
Gewicht	9,9-10,4kg	10,7-11,8kg
Bodentemperatur	$28-30^{\circ}\text{C}$	$14-16^{\circ}\text{C}$
Raumtemperatur	$26-29^{\circ}\text{C}$	$16-20^{\circ}\text{C}$
rel. Luftfeuchtigkeit	$60-80^{\circ}\text{C}$	$60-70^{\circ}\text{C}$
Futtertemperatur	20°C	20°C
Futter-pH	-	4,51-4,63 ($\bar{x}=4,57$)

Besonderheiten:

Klima- und Futteränderung

Die Ferkel wurden 9 Tage vor Versuchsbeginn abgesetzt.

In der HP wurde folgendes geändert:

Bodentemperatur, Raumtemperatur, Futterzusammensetzung,

Keimgehalt des Futters

45l frische Molke wurden 3 1/2 Tage vor Beginn der HP in einem offenen Behälter bei ca. 23°C Raumtemperatur gelagert. Die zur Fütterung notwendige Menge wurde täglich entnommen (vgl. 3.2.4.).

Die Ergebnisse der Untersuchungen am letzten Tag der VP und der HP zeigt Tabelle 5.

Während der Hauptperiode nahmen die Ferkel durchschnittlich 270g/Tier und Tag zu. VT 23 hat in dieser Zeit täglich 40g abgenommen gegenüber einem täglichen Zuwachs von 200g in der Vorperiode (Tabelle 10).

Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme steigerte sich am letzten Tag der VP auf ca. 1800mg/Tier und blieb während der HP relativ konstant bei ca. 1600mg⁺150mg/Tier und Tag. Die Wasseraufnahme aus den Nuckeltränken ging während der HP nahezu auf 0 zurück.

Die Futtermenge und das Kotgewicht stiegen ständig an.

Die Harnmenge stieg bei relativ geringen Schwankungen des spezifischen Gewichtes signifikant an.

Der Kot war in allen Fällen während der VP und HP fest geformt. Diese subjektive Beurteilung wurde durch den fast gleichbleibenden TS-Gehalt von ca. 29% bestätigt.

Die Farbausscheidung im Kot begann 14,3 Std. und endete 78,8 Std. nach der Applikation von Methylenblau (vgl. Tabelle 11). Der Kot-pH-Wert schwankt bei den einzelnen Schweinen erheblich. Bemerkenswert ist bei vier Tieren ein Anstieg gegenüber zwei Tieren mit einem deutlichen pH-Abfall.

Der prozentuale Anteil in den Sieben änderte sich deutlich. Sieb 1 stieg bei einem fast unverändertem Sieb 2 stark an. Sieb 3 und 4 verlaufen beinahe parallel nach unten und Sieb 5 hat eine ähnliche Tendenz.

Eine signifikante Veränderung ergab sich für zwölf Variable (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5 : Meßwerte letzter Tag der VP und letzter Tag der HP im Versuch 4

Hauptperiode										Vorperiode									
VT	Gew	Fu	IL	Trw	gPI	U	SpG	Kot	pH	Kwa	KW%	TS%	1	2	3	4	5	6	
19	12,0	500	750	2,00	2750	680	1020	175	7,14	123	70,6	29,4	11,6	14,5	16,5	13,5	7,7	35,9	
20	11,2	300	450	2,05	2500	940	1010	150	7,05	103	69,0	31,0	12,9	12,9	16,1	12,9	6,4	38,7	
21	9,6	300	450	1,10	1550	400	1020	110	6,83	76	69,6	30,4	18,4	13,1	15,7	13,1	7,8	31,5	
22	8,8	200	300	0,85	1150	440	1014	40	7,23	28	70,5	29,5	18,6	16,9	16,9	13,5	6,7	27,1	
23	11,3	300	450	1,00	1450	350	1016	90	6,35	63	71,0	29,0	24,1	13,7	13,7	13,7	6,8	27,5	
24	9,5	300	450	1,05	1500	410	1021	80	6,95	58	72,8	27,2	16,1	11,7	13,2	11,7	5,8	41,1	
$\bar{x}$	10,4	316	475	1,34	1816	536	1016	107	6,93	75	70,6	29,4	17,0	13,8	15,4	13,1	6,9	33,6	
s	1,27	98,3	147	0,54	646	228	4,30	48,9	0,32	33,8	1,32	1,32	4,51	1,78	1,53	0,73	0,77	5,86	
19	13,2	600	1800	0,20	2000	980	1015	320	6,62	227	71,0	29,0	22,4	13,7	8,6	10,3	3,4	41,3	
20	12,3	400	1200	0,00	1200	780	1013	210	6,61	139	66,4	33,6	17,8	10,7	7,1	7,1	2,3	54,7	
21	11,5	500	1500	0,00	1500	770	1017	210	6,93	147	70,3	29,7	24,0	13,4	9,6	9,6	1,9	41,3	
22	9,4	300	900	0,10	1000	660	1016	200	7,73	146	73,4	26,6	22,5	13,5	9,0	9,0	2,2	43,6	
23	11,1	500	1500	0,00	1500	720	1017	335	6,43	227	68,0	32,0	28,1	18,7	9,3	15,6	3,1	28,1	
24	13,0	500	1500	0,00	1500	600	1018	370	7,18	274	74,2	25,8	22,4	9,3	6,9	6,9	1,5	52,7	
$\bar{x}$	11,7	466	1400	0,05	1450	751	1016	274	6,92	193	70,5	29,5	22,9	13,2	8,4	9,8	2,4	43,6	
s	1,41	103	309	0,08	339	130	1,78	75,7	0,48	56,7	3,02	3,02	3,31	3,23	1,15	3,17	0,72	9,56	

Die Harnproduktion stand in einer deutlich positiven Beziehung zur Gesamtflüssigkeitsaufnahme ($r=0,629$; $n=48$) und in einer negativen Abhängigkeit vom spezifischen Harngewicht ($r=-0,575$; $n=48$).

Das Kotgewicht stand in einer Wechselbeziehung zur Futteraufnahme ($r=0,802$; $n=48$) und zur Gesamtflüssigkeitsaufnahme ($r=0,602$; $n=48$).

Die Verbindungen der Siebe untereinander zeigt Tabelle 9.

3.2.2.2. Versuch 5 (warme Molke, Box)

	VP	HP
Dauer	5 (1) Tage	6 Tage
Gewicht	9,7-13,7kg	11,4-16,3kg
Bodentemperatur	-	-
Raumtemperatur	18-22°C	18-22°C
rel. Luftfeuchtigkeit	65-75%	65-75%
Futtertemperatur	20°C	20°C
Futter-pH	-	4,40-4,55 ($\bar{x}=4,48$)

Besonderheiten:

Änderung der Futterzusammensetzung

Die Tiere wurden 17 Tage vor Versuchsbeginn abgesetzt. Sie wurden während der gesamten Versuchszeit gemeinsam in einer Bucht im klinikeigenen Schweinestall gehalten. Auf Einstreu wurde verzichtet. Wasser stand ad libitum aus einem Trog zur Verfügung. Gefüttert wurde aus einem 120cm langen Steingut-trog; pro Tier stand 1 Freßplatz zur Verfügung. Die VP dauerte 5 Tage. Es liegen aus der VP nur sehr unvollständige Ergebnisse vor - nur der letzte Tag ist vollständig -, da die Adaption der Schweine an die Probenentnahme schwierig war. Für den Futter-/Flüssigkeits- und Wasserverbrauch können nur die Durchschnittswerte angegeben werden. Die Gesamtmenge von Kot und Urin konnte nicht erfaßt werden.

Die letzte Futteraufnahme vor Beginn der HP lag 24 Std. zurück.

Änderungen zu Beginn der HP:

Futterzusammensetzung, Keimgehalt des Futters

Die 80 l Molke lagerten 3 Tage lang vor der ersten Verabreichung

offen in einem Behälter bei ca. 22°C Raumtemperatur. Die täglich benötigte Menge wurde entnommen. Die am letzten Tag der HP entnommene Molke war demnach 9 Tage alt. Näheres siehe Tz. 3.2.4.

Die Meßergebnisse am letzten Tag der VP bzw. HP zeigt Tabelle 6.

Die täglichen Zunahmen in der HP betrugen durchschnittlich 416g/Tier (Tabelle 10).

Nach einer 24-stündigen Nahrungskarenz nahmen die Schweine innerhalb von 2 Std. 4kg Schrot und 12kg Molke auf. Das entspricht einer durchschnittlichen Aufnahme von 666g Schrot und 2kg Molke pro Tier. Diese Menge haben die Ferkel am vorausgegangenen Tag während zweier Mahlzeiten gefressen. Die täglich aufgenommene Futter- und Gesamtflüssigkeitsmenge stieg von 666g bzw. 2000g auf 750g bzw. 2250g/Tier bei ziemlich gleichbleibender Trinkwasseraufnahme.

Das spezifische Gewicht des Urins blieb fast unverändert. In der HP setzte 13 Std. nach der Fütterung die Ausscheidung gefärbten Kotes ein und war durchschnittlich 74 Std. nach der Verabreichung beendet (Tabelle 11).

Die Kotkonsistenz wurde mit fest geformt angegeben.

Der TS-Gehalt des Kotes blieb mit 26% annähernd gleich.

Der Kot-pH-Wert fiel am ersten Versuchstag signifikant ab ($p \leq 0,05$) und blieb dann in diesem Bereich (pH 6,5-6,8).

Es konnten nur wenige Korrelationen berechnet werden, da einige Werte infolge der Haltungsart und des Versuchsaufbaues nicht verfügbar waren.

Der %-Anteil des Siebes 1 steigt signifikant an bei einem nahezu unverändertem Sieb 2. Sieb 3, 4 und 5 nehmen signifikant ab.

Die Korrelationskoeffizienten der Siebe zeigt Tabelle 9.

Tabelle 6 : Meßwerte letzter Tag der VP und letzter Tag der HP im Versuch 5

VT Gew	Fu	Fl	TrW	gFl	U	SpG	Kot	pH	KWa	KW%	TS%	1	2	3	4	5	6
25	15,7					1018		6,98		72,8	27,2	2,2	10,2	18,3	13,9	6,9	48,5
26	13,8					1014		6,93		73,8	26,2	3,3	11,0	16,1	13,5	5,9	50,0
27	12,7					1017		7,13		72,4	27,6	2,4	9,6	16,8	14,4	6,0	50,6
28	11,1					1015		6,93		73,6	26,4	3,0	10,6	15,1	13,6	6,0	51,5
29	14,7					1007		6,98		76,4	23,6	1,6	10,1	18,6	13,5	6,7	49,1
30	13,8					1011		7,28		74,7	25,3	2,6	10,5	17,5	14,9	7,0	47,3
$\bar{x}$	13,6	667	2000	1,33	3330	1013		7,04		73,9	26,1	2,5	10,3	17,1	14,0	6,4	49,5
s	1,60	0,0	0,00	0,00	0,00	4,08		0,14		1,45	1,45	0,60	0,48	1,34	0,57	0,50	1,51
Vorperiode																	
25	19,1					1018		6,52		74,8	25,2	20,7	8,9	6,9	7,9	3,9	51,4
26	16,3					1015		6,20		70,5	29,5	20,3	10,1	6,7	6,7	3,3	52,5
27	14,4					1016		6,45		72,8	27,2	25,0	11,7	5,8	5,8	1,4	50,0
28	13,0					1014		6,28		70,0	30,0	17,7	11,1	6,6	6,6	2,2	55,5
29	19,4					1013		6,69		75,0	25,0	18,4	8,0	5,6	4,8	2,4	60,8
30	14,6					1014		6,83		76,6	23,4	23,0	11,1	7,6	7,6	3,4	47,0
$\bar{x}$	16,1	750 [⊗]	2250 [⊗]	1,50 [⊗]	3750 [⊗]	1015		6,50		73,3	26,7	20,9	10,2	6,5	6,6	2,8	52,9
s	2,63	0,0	0,00	0,00	0,00	1,79		0,24		2,65	2,65	2,76	1,44	0,74	1,15	0,93	4,79
Ä	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		⊗		⊗		⊗		⊗	⊗	⊗	⊗

⊗=Meßwerte vom Vortag

⊗⊗=Signifikanz nicht berechnet

3.2.2.3. Versuch 6 (warme Magermilch)

	VP	HP
Dauer	5 Tage	5 Tage
Gewicht	8,9-9,7kg	10,0-11,8kg
Bodentemperatur	17-21°C	16-19°C
Raumtemperatur	20-24°C	19-23°C
rel. Luftfeuchtigkeit	70-75%	70-75%
Futtermperatur	20°C	20°C
Futter-pH	-	4,48-4,60 ($\bar{x}=4,54$)

Besonderheiten:

Änderung der Futterzusammensetzung

Die Ferkel wurden einen Tag vor Versuchsbeginn abgesetzt.

Änderungen zu Beginn der HP:

Futterzusammensetzung, Keimgehalt des Futters

Vor Verfütterungsbeginn wurde die Magermilch 7 Tage lang in einem offenen Behälter bei ca. 22°C Raumtemperatur gelagert und dann täglich die erforderliche Menge entnommen (vgl. Tz. 3.2.4.).

Die Meßwerte von VP und HP sind in Tabelle 7 enthalten.

In der fünf Tage dauernden HP nahmen die Tiere durchschnittlich 2kg zu (Tabelle 10).

Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme stieg ständig an, während die aus den Nuckeltränken abgenommene Menge klar zurückging.

Futter- und Kotmenge stiegen kontinuierlich an.

Die tägliche Harnproduktion blieb ab dem letzten Tag der VP bis zum Versuchsende ziemlich gleich, gegenüber einem deutlichen Anstieg zu Beginn der VP. Einen entsprechend gegenseitigen Verlauf zeigte das spezifische Gewicht des Harnes.

In der VP begann die Farbausscheidung im Mittel 9,1 Std. und endete nach 52,6 Std. nach der Fütterung. Die Ergebnisse der HP waren 15,3 Std. und 68 Std. (Tabelle 11).

Die Kotkonsistenz war in der Zeit von VP und HP fest geformt. Der Kot-FS-Gehalt blieb mit 28% relativ konstant.

Abgesehen von kleinen Schwankungen blieb der Kot-pH auf gleicher Höhe.

Tabelle 7 : Meßwerte letzter Tag der VP und letzter Tag der HP im Versuch 6

VP Gew	Fu	Fl	TrW	gFl	U	SpG	Kot	pH	KWa	KW6	TS%	1	2	3	4	5	6
Vorperiode																	
31	10,2	250	0	0,90	900	460	1021	130	7,03	87	67,2	32,8	1,0	9,7	17,3	15,2	50,0
32	9,4	250	0	1,20	1200	720	1012	290	6,28	221	76,3	23,7	2,4	11,4	15,9	12,9	46,7
33	9,4	250	0	1,20	1200	760	1013	225	6,72	185	82,2	17,8	0,7	8,8	14,0	11,1	59,2
34	8,9	250	0	1,20	1200	680	1019	215	6,69	138	64,2	35,8	1,6	9,9	17,2	14,7	49,1
35	10,2	300	0	1,20	1200	480	1022	270	7,31	195	72,2	27,8	1,1	10,1	18,5	14,0	49,4
36	10,3	250	0	1,10	1100	480	1022	190	6,83	126	66,4	33,6	1,3	12,1	18,9	16,2	44,5
$\bar{x}$	9,7	258	0	1,13	1130	596	1018	220	6,81	158	71,4	28,6	1,4	10,3	17,0	14,0	49,8
s	0,58	20,4	0	0,12	0,12	137	4,53	57,3	0,35	50,0	6,87	6,87	0,60	1,21	1,80	1,81	0,67
Hauptperiode																	
31	11,8	500	1500	0,50	2000	510	1008	175	6,48	119	68,0	32,0	25,0	12,5	8,7	8,7	42,5
32	12,2	500	1500	0,70	2200	550	1010	285	6,68	211	74,0	26,0	21,1	13,4	7,6	9,6	44,2
33	11,2	500	1500	0,30	1800	410	1006	232	6,88	162	69,8	30,2	19,0	12,3	7,4	7,4	50,4
34	10,5	400	1200	0,70	1900	780	1012	115	6,74	110	71,4	28,6	32,5	18,6	13,9	11,6	16,2
35	12,2	600	1800	0,20	2000	360	1020	255	6,33	188	74,0	26,0	28,8	12,5	7,6	7,6	40,3
36	12,8	500	1500	0,40	1900	650	1016	170	6,55	122	72,0	28,0	29,6	16,0	10,7	10,7	39,2
$\bar{x}$	11,3	500	1500	0,47	1966	543	1012	212	6,81	152	71,5	28,5	26,0	14,2	9,3	9,3	39,8
s	0,82	63,2	189,7	0,21	136,6	154	5,21	52,8	0,20	41,5	2,36	2,36	5,24	2,56	2,56	1,69	1,59
$\bar{A}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$

Der prozentuale Anteil in den einzelnen Sieben änderte sich deutlich. Der Anteil der Siebe 1 und 2 nahm zu, während sich der Wert der Siebe 3, 4, 5 und 6 verringerte.

Die statistische Auswertung ergab Veränderungen ($p \leq 0,05$) für elf Parameter (siehe Tabelle 7).

Zwischen der täglich aufgenommenen Gesamtflüssigkeitsmenge und der Harnproduktion bestand eine Korrelation von $r=0,611$ ($n=60$), wogegen keine Beziehung zwischen aufgenommener Gesamtflüssigkeitsmenge und Kot-TS-Gehalt zu finden war ($r=-0,178$; $n=58$).

Die Abhängigkeit der Urinmenge vom spezifischen Uringewicht verdeutlicht der Korrelationskoeffizient von $r=-0,617$ ($n=60$). Die Korrelationen der einzelnen Siebfraktionen zeigt Tab. 9.

3.2.2.4. Versuch 7 (ansaure Magermilch)

	VP	HP
Dauer	3 Tage	5 Tage
Gewicht	13,5-14,3kg	14,7-16,6kg
Bodentemperatur	16-18°C	16-18°C
Raumtemperatur	18-22°C	18-22°C
rel. Luftfeuchtigkeit	70-80%	75-85%
Futtermperatur	20°C	20°C
Futter-pH	-	4,72-5,60 ($\bar{x}=5,16$)

Besonderheiten:

Änderung der Futterzusammensetzung

Die Ferkel wurden 11 Tage vor Versuchsbeginn abgesetzt.

Änderungen bei HP-Beginn:

Futterzusammensetzung

Die Magermilch wurde jeweils zwei Tage lang in einem offenen Behälter bei einer Raumtemperatur von ca. 20°C gelagert (vgl. Tz. 3.2.4.).

Die entsprechenden Meßwerte der VP und HP sind in Tabelle 8 enthalten.

In der HP nahmen die Ferkel 2,3kg zu; das entspricht einer durchschnittlichen täglichen Zunahme von 475g/Tier (Tab. 10).

Tabelle 8 : Meßwerte letzter Tag der VP und letzter Tag der HP im Versuch 7

VT Gew	Fu	Fl	TrW	gFl	U	SpG	Kot	pH	KWa	KW%	TS%	1	2	3	4	5	6
37	14,3	450	1,00	2050	450	1027	250	7,01	173	69,5	30,5	1,6	9,8	18,0	16,3	8,1	49,9
38	14,7	450	1,10	2150	630	1018	360	7,10	249	69,3	30,7	1,6	8,9	16,2	13,8	6,5	52,8
39	14,3	450	1,50	2550	800	1010	285	7,42	197	69,2	30,8	1,8	8,3	17,5	13,8	5,5	52,7
40	12,9	450	1,10	2150	600	1017	300	7,21	194	64,8	35,2	2,4	9,8	17,2	17,2	18,5	34,5
41	14,8	450	1,20	2250	600	1024	370	6,94	257	69,5	30,5	1,8	11,2	18,6	14,0	6,5	47,6
42	14,9	450	0,90	1950	510	1021	370	7,77	246	66,6	33,4	1,7	10,7	17,9	13,7	7,1	48,5
$\bar{x}$	14,3	450	1,13	2183	598	1020	322	7,24	219	68,1	31,9	1,8	9,8	17,6	14,8	8,7	47,7
s	0,74	0	0,21	206,5	119	5,96	51,1	0,31	34,5	1,99	1,99	0,30	1,08	0,82	1,54	4,88	6,79
37	17,3	750	0,10	2350	900	1018	290	6,91	202	69,8	30,2	18,1	16,5	10,7	11,5	4,1	38,8
38	16,8	750	0,30	2550	1160	1016	420	6,31	289	68,8	31,2	10,8	10,2	6,4	6,4	2,5	63,4
39	16,7	750	0,50	2750	1100	1013	360	6,93	248	68,9	31,1	16,4	12,8	7,8	7,1	2,8	52,8
40	15,2	750	0,50	2750	1000	1016	255	6,32	189	74,4	25,6	23,4	25,0	15,6	17,1	4,6	14,0
41	16,8	750	0,10	2350	1100	1017	405	6,92	299	74,0	26,0	27,4	20,8	14,2	13,1	5,4	18,6
42	17,0	750	0,05	2300	1000	1013	185	6,87	130	70,6	29,4	14,2	12,9	9,5	8,1	3,4	51,7
$\bar{x}$	16,6	750	0,26	2508	1043	1016	319	6,71	226	71,1	28,9	18,4	16,4	10,7	10,6	3,8	39,9
s	0,73	0	0,21	205	94,1	2,07	91,8	0,31	64,7	2,51	2,52	6,09	5,60	3,59	4,13	1,11	19,9
Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä	Ä

Vorgelöde

Hauptperiode

Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme stieg deutlich an. Die über das Fließfutter zugeführte Menge erhöhte sich bei gleichzeitiger Reduktion der über die Tränkenuckel aufgenommenen Menge. Die Änderungen waren signifikant (Tabelle 8). Die Futtermenge stieg kontinuierlich, während die Kotmenge nahezu gleich blieb.

Bei gleichbleibendem spezifischem Harngewicht verdoppelte sich die Harnproduktion beinahe.

Die Methylenblauausscheidung begann während der HP durchschnittlich 12,3 Std. nach der Fütterung und endete nach 61 Std. (Tabelle 11).

Die Konsistenz des Kotes wurde während des gesamten Versuchszeitraums als fest geformt angesehen.

Der Kot-TS-% erfuhr nur geringe Schwankungen.

Der pH-Wert-Abfall in der HP ist deutlich ausgeprägt.

Der Anteil der Siebfraktionen zeigte eindeutige Veränderungen, die sich statistisch absichern ließen. Sieb 1 nahm gegenüber Sieb 2 relativ stark zu. Die Siebe 3, 4 und 5 zeigten einen gleichsinnigen Abfall.

Eine enge Abhängigkeit zeigten die Urinmenge und die aufgenommene Gesamtflüssigkeitsmenge ($r=0,721$; $n=48$), gegenüber einer weniger engen Beziehung zwischen Urinmenge und spezifischem Harngewicht ($r=-0,503$; $n=48$).

Keine klare Verbindung ließ sich zwischen den Kotparametern und der aufgenommenen Futter- bzw. Flüssigkeitsmenge herstellen.

Die Abhängigkeiten der einzelnen Siebe voneinander finden sich in Tabelle 9.

Tabelle 9 : Korrelationskoeffizienten der Siebfraktionen bei
den Versuchen 1 - 7

	Sieb 2	Sieb 3	Sieb 4	Sieb 5	Sieb 6
<u>Sieb 1:</u> Vers. 1	0,355	0,504	0,374	0,282	-0,724
2	-0,116	0,352	0,138	0,300	-0,603
3	0,495	-0,823	-0,661	-0,149	-0,509
4	0,242	-0,681	-0,510	-0,435	-0,361
5	0,344	-0,799	-0,730	-0,555	-0,506
6	0,548	-0,749	-0,718	-0,493	-0,658
7	0,707	-0,557	-0,443	-0,471	-0,263
<u>Sieb 2:</u> Vers. 1		0,577	0,531	0,459	-0,723
2		0,251	0,403	0,096	-0,518
3		-0,133	-0,084	-0,095	-0,722
4		0,087	0,264	-0,027	-0,638
5		0,009	0,028	-0,011	-0,731
6		-0,136	-0,148	-0,203	-0,785
7		0,139	0,245	-0,025	-0,807
<u>Sieb 3:</u> Vers. 1			0,650	0,511	-0,814
2			0,237	0,395	-0,564
3			0,867	0,313	-0,009
4			0,858	0,631	-0,331
5			0,933	0,680	-0,068
6			0,864	0,597	0,076
7			0,923	0,695	-0,614
<u>Sieb 4:</u> Vers. 1				0,383	-0,765
2				0,130	-0,636
3				0,410	-0,201
4				0,567	-0,496
5				0,763	-0,170
6				0,677	-0,025
7				0,774	-0,723
<u>Sieb 5:</u> Vers. 1	(n=53)				-0,574
2	(n=48)				-0,510
3	(n=47)				-0,451
4	(n=48)				-0,410
5	(n=42)				-0,196
6	(n=58)				-0,062
7	(n=48)				-0,522

Tabelle 10: Gewicht und tägliche Zunahmen

VT	Gew1	Gew2	Gew3	Zu1	Zu2	VT	Gew1	Gew2	Gew3	Zu1	Zu2
1	14,2	14,4	14,8	66	66	7	14,8	15,1	15,5	100	80
2	13,4	13,8	14,4	133	100	8	14,4	14,4	14,0	0	-80
3	13,7	14,1	15,0	133	150	9	15,0	15,3	15,7	100	80
4	13,6	13,9	14,1	100	33	10	14,1	14,4	15,0	100	120
5	13,1	13,4	14,1	100	116	11	14,1	14,5	15,0	133	100
6	10,0	10,3	11,1	100	133	12	11,1	11,5	12,0	133	100
$\bar{x}_{1-6}$	13,0	13,3	13,9	105	100	$\bar{x}_{6-12}$	13,9	14,2	14,5	93	66
13	9,0	9,5	11,1	100	320	19	11,1	12,0	13,2	450	240
14	10,0	10,3	10,9	60	120	20	10,9	11,2	12,3	150	220
15	8,5	8,7	9,1	40	80	21	9,1	9,6	11,5	250	380
16	7,8	7,9	8,4	20	100	22	8,4	8,8	9,4	200	120
17	9,5	10,0	10,9	100	180	23	10,9	11,3	11,1	200	-40
18	8,0	8,4	9,2	80	160	24	9,2	9,5	13,0	150	700
$\bar{x}_{13-18}$	8,8	9,1	9,9	66	160	$\bar{x}_{19-24}$	9,9	10,4	11,7	233	270
25	13,2	15,7	18,5	500	560	31	8,7	10,5	11,8	300	325
26	12,3	13,8	15,9	300	420	32	8,9	9,5	12,2	100	675
27	11,5	12,7	14,1	240	280	33	8,5	9,6	11,2	183	400
28	9,4	11,1	12,7	340	320	34	7,8	9,3	10,5	216	350
29	11,1	14,7	18,6	720	780	35	8,8	10,5	12,2	283	425
30	13,0	13,8	14,5	160	140	36	9,5	10,5	12,8	166	575
$\bar{x}_{25-30}$	11,7	13,6	15,7	376	416	$\bar{x}_{31-36}$	8,7	9,9	11,8	208	458
37	11,8	14,7	17,3	414	650						
38	12,2	15,1	16,8	414	425						
39	11,2	14,8	16,7	514	475						
40	10,5	13,3	15,2	400	475						
41	12,2	15,2	16,8	428	400						
42	12,8	15,3	17,0	357	425						
$\bar{x}_{37-42}$	11,8	14,7	16,6	421	475						

Zeichenerklärung

Gew1: Gewicht Beginn VP

Gew2: Gewicht Ende VP/Beginn HP

Gew3: Gewicht Ende HF

Zu1: tgl. Zunahme in VP

Zu2: tgl. Zunahme in HP

Gewichtsangabe in kg,

Zunahme in g/Tag

3.2.3. Unterschiede zwischen den Versuchen

Im folgenden werden für alle Parameter die Änderungen zwischen den einzelnen Versuchen verglichen.

Die entsprechenden Werte sind die Meßwerte vom letzten Tag der VP und vom letzten Tag der HP.

Die Gewichtszunahme war bei den Kaltversuchen geringer ausgeprägt als bei den Warmversuchen, wobei sich jedoch nur die Versuche 7 und 5 signifikant von den Versuchen 1, 2 und 3 unterschieden. Bei den Versuchen 4 und 6 ließen sich die besseren Zunahmen statistisch nicht absichern.

Bei Fütterung von kalter Molke war die geringste Steigerung der Futteraufnahme zu beobachten. Die höchste Futteraufnahme sah man bei Magermilchfütterung. Mit kaltem Wasser hergestelltes Fließfutter führte zu einer größeren Futteraufnahmesteigerung als dies bei Verabreichung von warmer, länger gelagerter Molke der Fall war.

Die mit dem Futter aufgenommene Flüssigkeitsmenge änderte sich entsprechend.

Das über die Tränkenuckel abgenommene Trinkwasser verminderte sich im umgekehrten Verhältnis zur Flüssigkeitsaufnahme über das Futter. Diese Änderung ist bei Versuch 4 am deutlichsten ausgeprägt und am geringsten bei den Kaltversuchen, bei denen ohnehin eine geringere Wasseraufnahme stattfand als bei den Warmversuchen.

Im Versuch 4 nahm die Gesamtflüssigkeitsaufnahme, bezogen auf den jeweils letzten Tag der VP und HP, ab. Dies ergibt aber ein falsches Bild vom tatsächlichen Verlauf. Der durchschnittliche Verbrauch in der VP betrug 1075g mit einem Maximum am letzten Tag (1816g) gegenüber durchschnittlich 1576g in der HP mit geringen Schwankungen nach oben und unten. Die Steigerung der Gesamtflüssigkeitsaufnahme war bei der Verfütterung von kalter Molke am geringsten. Bei Versuch 7 war die Steigerung zwar nicht sehr groß, die Tiere haben aber absolut am meisten Flüssigkeit aufgenommen. Die Steigerung war mit 746g und 800g je Tier bei Versuch 1 und 6 am größten.

Die von den Versuchstieren ausgeschiedene Urinmenge, gemessen jeweils am Ende der VP und HP, unterschied sich zwischen den Versuchen nicht signifikant.

Ebenso verhielt es sich bei den relativ geringen Änderungen bezüglich des spezifischen Harngewichtes.

Keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen gab es bei den Parametern Kotgewicht, Kot-pH, absolute Kotwassermenge, Kotwasser % und TS%. Der pH-Wert-Abfall, verglichen mit der VP, war bei den Versuchen 5 und 7 am deutlichsten, bei Versuch 4 blieb der Kot-pH nahezu unverändert.

In der VP zeigten Anfang und Ende der Farbausscheidung im Kot keine signifikanten Veränderungen zwischen den bei drei Versuchen durchgeführten Messungen. Anders verhielt es sich mit den Änderungen in der HP. Versuch 1 unterschied sich von allen anderen Versuchen signifikant bezüglich des Ausscheidungsbeginns. Hinsichtlich des Ausscheidungsendes fanden sich drei Gruppen, die sich untereinander signifikant unterschieden (Gruppe 1: Versuch 1; Gruppe 2: Versuche 2 und 7; Gruppe 3: Versuche 3, 4, 5 und 6).

In den Versuchen 1 und 2 zeigten sich die geringsten Änderungen im Siebrückstand des Siebes 1. Eindeutige Veränderungen waren bei den Versuchen 3, 5, 6 und 7 zu verzeichnen. Versuch 4 nahm eine Mittelstellung ein.

Bei Sieb 2 waren die Unterschiede zwischen den Versuchen weniger deutlich ausgeprägt, entsprachen jedoch den Verhältnissen bei Sieb 1.

Eindeutig wurde bei Sieb 3 der Unterschied zwischen den Versuchen 1 und 2 auf der einen Seite und den Versuchen 3 bis 7 andererseits festgestellt.

Statistisch abgesichert war bezüglich des Siebes 4 nur der Unterschied zwischen den Versuchen 1 und 5. Die übrigen Meßwerte der Versuche unterschieden sich nur wenig.

Bei den Sieben 5 und 6 waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen feststellbar. Bei Sieb 6 muß noch beachtet werden, daß es sich hier um einen errechneten Wert handelt, der unter Umständen die Summe von addierten Meßfehlern beinhalten kann.

3.2.4. Ergebnisse der Fütterungsversuche mit Molke und Magermilch

a) Molke-Kalt-Versuche (Versuche 2 und 3)

Einen Tag vor Beginn der Hauptperiode wurde der während der Versuche zu erwartenden Futtermenge die gleiche Menge Molke (Futter-Molke-Verhältnis 1:1) zugesetzt. Das Futter wurde gut gemischt und in verschiedenen großen Portionen eingefroren. Die tiefgefrorenen Futterstücke wurden unmittelbar vor den einzelnen Fütterungen mit so viel 4°C warmer Molke aufgetaut, daß das Futter-Molke-Verhältnis 1:3 gewährleistet war. Die zum Auftauen nötige Molke wurde maximal zwei Tage bei 4°C gelagert. Der pH-Wert änderte sich während dieser Zeit nur unwesentlich (pH 4,20 bis pH 4,18).

b) Molke-Magermilch-Warm-Versuche (Versuche 4, 5 und 6)

Die Molke wurde 3 bis 3 1/2 Tage, die Magermilch 7 Tage, in einem offenen Behälter bei 22-23°C gelagert und täglich zweimal kräftig durchgerührt. Der pH-Wert wurde täglich gemessen. An verschiedenen Tagen wurden Proben für die mikrobiologische Keimdifferenzierung entnommen. Die zur Futterherstellung benötigte Menge wurde täglich entnommen. Die Ergebnisse gehen aus den Tabellen 12 und 13 hervor.

c) Ansaure Magermilch (Versuch 7)

Frische Magermilch wurde jeweils zwei Tage vor Verfütterung in der voraussichtlich benötigten Menge in einen ca. 20°C warmen Raum verbracht und dort offen gelagert. Sie wurde täglich zweimal umgerührt. Die übriggebliebene Magermilchmenge wurde nicht mehr für Futterzwecke verwendet. Die Änderungen des pH-Wertes zeigt Tabelle 14.

Tabelle 12: pH-Werte von Molke und Magermilch

H A U P T P E R I O D E

	1.Tg	2.Tg	3.Tg	4.Tg	5.Tg	6.Tg	7.Tg	1.Tg	2.Tg	3.Tg	4.Tg	5.Tg
Molke (Versuch 4)				4,23	4,16	4,16	4,17	4,13	4,21	4,22	4,10	3,96
				BU 41		Belag		BU 42				Bu 43
Molke (Versuch 5)					4,20	4,18	4,16	4,23	4,11	4,10	4,10	3,83
								Sch	BU 51			
Magermilch (Versuch 6)	6,73	6,64	4,79	4,00	3,83	3,93	4,08	4,08	4,06	4,08	4,03	4,08
	BU 61							BU 62				

Belag: Ein weißer spinnwebentartiger Belag überzieht die gesamte Oberfläche der Molke, der aber nach dem Umrühren nicht mehr zu finden ist und sich bis zur nächsten Fütterungszeit wieder gebildet hat.

Schaum (Sch): Über die gesamte Oberfläche ist eine ca. 1 cm hohe Schaumschicht ausgebildet, die durch das Umrühren stärker wird und später wieder zurückgeht.

BU: Nummer der Probenentnahme für die mikrobielle Untersuchung. Ergebnisse siehe Tabelle 13.

Tabelle 13 : Ergebnis der mikrobiologischen Untersuchung

BU 41:	+ Mischflora:	Schimmelpilze, Hefen, Lactose-negative Enterobakterien, Pseudomonas species
BU 42:	++++ Hefen:	Candida krusei (Durchfallerreger bei Ferkeln)
BU 43:	++++ Hefen:	Candida pseudotropicalis
BU 51:	.. ++ Hefen:	Candida pseudotropicalis
BU 61:	+ Mischflora:	Mikrokokken, Gramnegative Stäbchen (keine Enterobakterien), aerobe Sporenbild
BU 62:	++++ Mischflora:	E.coli, anhämolytische Streptokokken, Hefen: Endomyces lactis, Candida pseudotropicalis

Tabelle 14 : pH-Wert-Änderungen bei ansaurer Magermilch

		H A U P T P E R I O D E						
		I. Tg	II. Tg	1. Tg	2. Tg	3. Tg	4. Tg	5. Tg
Magermilch	6,73	6,64	<u>5,60</u>	<u>5,35</u>	<u>5,56</u>	<u>5,40</u>	<u>5,88</u>	
		6,75	6,33	6,39	6,70	6,67		
			6,70	6,82	6,79			
Schrot-Magermilch (Verhältnis 1:3)				4,59	4,99	4,70	4,62	5,10

Die Tabelle zeigt den pH-Wert jeweils am Fütterungstag der Hauptperiode (unterstrichen) und an den beiden vorhergehenden Tagen. Der pH-Wert der verfütterten Schrot-Magermilch-Mischung (Verhältnis 1:3) wird ebenfalls angeführt.

3.2.5. Partikelgröße des Futters

Je 50g lufttrockene Pellets und Schrot wurden bei 150°C zwei Stunden lang getrocknet und daraus der TS-Gehalt errechnet. Zur Ermittlung der Partikelgröße wurden 50g lufttrockene Pellets bzw. Schrot eingewogen und mit 0,5l Wasser versetzt. Nach 24-stündigem Stehenlassen bei Zimmertemperatur wurde die Partikelgröße des Futters in der für die Kotpartikelgröße beschriebenen Art und Weise bestimmt. Die Ergebnisse finden sich in nachfolgender Aufstellung:

	Pellets	Schrot
TS	85,4%	88%
Sieb 1	9,6%	39,1%
Sieb 2	14,3%	20,7%
Sieb 3	13,3%	12,1%
Sieb 4	9,8%	9,3%
Sieb 5	8,2%	6,8%
Sieb 6	44,8%	12,0%

3.3. Besprechung der Ergebnisse

Die selbst angefertigten bzw. abgeänderten Stoffwechselkäfige erlaubten die Durchführung der vorgesehenen Fütterungsregimes, gestatteten die Beobachtung und Untersuchung der Tiere sowie die Entnahme von Untersuchungsmaterial. Die Tränkenuckel waren so angebracht, daß die durch die spielerische Betätigung entnommene Trinkwassermenge in die unmittelbar darunter angebrachte Futter-schüssel tropfte. Bei der nächsten Fütterung wurde dieses Wasser zusammen mit den Pellets bzw. mit dem Flüssigfutter verfüttert und als verbrauchtes Trinkwasser aufgeschrieben.

Bei eingeschalteter Bodenheizung trocknete der frisch abgesetzte Kot, der von den Tieren nicht durch die Lochbleche durchgetreten wurde, aus. Durch häufiges Kotsammeln konnten Fehlmessungen des Kotgewichtes weitgehend vermieden werden.

Bei keinem Versuchstier traten Klauenschäden oder andere Verletzungen infolge der Käfighaltung auf.

Klinische Beobachtungen und Gewichtsentwicklung

Die Versuchstiere hatten bei VP-Beginn ein Gewicht zwischen 8,0 und 15,0kg. Die täglichen Zunahmen schwanken mit durchschnittlich 66g/Tier und 421g/Tier in weiten Grenzen (vgl. Tabelle 10).

Die von MEYER (1978b) angegebenen optimalen Zunahmen für diesen Gewichtsabschnitt betragen 280-360g/Tier und Tag. Die niedrigeren Werte finden sich bei den Ferkeln, die frisch abgesetzt waren, und bei denen dann auch die Futteraufnahme geringer war. In der HP war der Zuwachs der Versuchstiere, die in Warmversuchen standen, um mindestens das 1,6-fache höher als bei den Tieren, die in kalter Umgebung kaltes Futter bekamen. Diesen Temperatureffekt beschreiben auch FORBES und WALKER (1968), HOLMES (1971) und COMBERG et al. (1974). Es muß angenommen werden, daß ein erheblicher Teil der aufgenommenen Energie zum Anwärmen des kalten Futters auf Körpertemperatur aufgewendet wird (HOLMES,

1971). Andererseits sind große Energiemengen notwendig, um die Körpertemperatur in der kalten Umgebung aufrechtzuerhalten. Die Reaktion des Tieres auf den Wärmeentzug während und nach der Kaltfütterung zeigt sich im sog. Kältezittern. Schocksymptome, wie sie von VOGT (1979) zitiert werden, konnten bei den Kaltversuchen nicht beobachtet werden.

Sichtbare negative Auswirkungen der Molke und der Magermilch auf den Gesundheitszustand der Ferkel waren nicht zu sehen. Selbst die zufällige Applikation von *Candida krusei*, einem spezifischen Durchfallerreger beim Ferkel, führte zu keinerlei klinischen Erscheinungen. Die täglichen Zunahmen waren durchweg besser als in der VP.

Enteritische, tympanische, diarrhoische oder andere pathologische Auswirkungen auf die Verdauungsorgane hatten die Molke- und Magermilchfütterung nicht.

Die von verschiedenen Untersuchern (O'HARA, 1972; ROWLAND und LAWSON, 1973; TODD et al., 1977; MC CLAUSLAND und SOUTHGATE, 1980) beschriebene Gasproduktion im Abdomen nach Molkefütterung konnte nicht beobachtet werden. Bei keinem der Versuche traten Tierverluste oder Durchfall auf.

Futtermenge und abgesetzter Kot

Unabhängig von der Versuchsanordnung nahm die täglich aufgenommene Futtermenge während der HP zwischen 26% und 93% gegenüber der VP zu. Die größte Steigerung war bei den Versuchen 6 und 7 (Magermilch) zu verzeichnen. Beim ersten Kaltversuch (Fütterung von kaltem Wasser und Schrot) war die Steigerung mit ca. 60% deutlich höher als bei den Molkeversuchen (26%-47%). Am geringsten war die Erhöhung im Versuch 5. Bei Betrachtung der absoluten Zahlen muß man jedoch feststellen, daß mit 750g Futter/Tier und Tag, das entspricht 660g TS, die für diese Gewichtsklasse (8-16kg KGW) übliche Futter-TS-Aufnahme von 4-5% des Körpergewichtes erreicht ist (EISMANN, 1975; RENSMANN, 1976; KAMPHUES, 1981; MÜLLER, 1982). Weiterhin muß die TS, die die Tiere über die zur Fließfutterherstellung verwendete Flüssigkeit aufgenommen haben, berücksichtigt werden: Sie beträgt in der HP für die Versuche 2 bis 7 unterschiedlich zwischen 6 und 11,8g/kg KGW ($\bar{x}$ =8,7g/kg KGW).

Die täglich aufgenommene Gesamt-TS-Menge am Ende der HP liegt bei durchschnittlich 45g TS/kg KGW und entspricht etwa 4,5% des Körpergewichtes.

Die Tiere liegen damit in der Mitte des angegebenen Bereiches, was jedoch auf die ungünstigen Haltungsbedingungen zurückzuführen sein dürfte. Bei Verhältnissen, die der Praxis am nächsten kommen, Versuch 5, nehmen die Tiere 50g TS/kg KGW auf und liegen damit an der oberen Grenze.

Inwieweit die Änderung des Futter-pH-Wertes zu Beginn der HP einen Einfluß auf die Futteraufnahme hatte, kann hier nicht abschließend beurteilt werden, da aus Platzgründen Kontrolltiere, die mit Schrot-Wasser-Fließfutter gefüttert werden, nicht aufgestellt werden konnten. Der Futteraufnahmesteigerung nach dürfte eine negative Wirkung jedoch gering sein, wenn nicht sogar eine positive Beeinflussung vorhanden ist. Ohne Einfluß auf die Futteraufnahme scheint der Frischegrad des Futters zu sein. Obwohl die Magermilch bzw. Molke bei den Versuchen 4, 5 und 6 offensichtlich verdorben und bei Versuch 7 ansauer war, verminderte sich die relative Futteraufnahme (g TS/kg KGW) der Schweine nicht. Verglichen mit der VP stieg sie im Gegenteil am Ende der HP zwischen 20% und 110% an.

Durch die mit zunehmendem Alter bedingte vermehrte Futteraufnahme muß notwendigerweise auch die Kotmenge steigen. In der VP wurden pro Tier täglich zwischen 20g und 485g Kot ausgeschieden gegenüber der HP, in der zwischen 95g und 490g abgesetzt wurden. Daraus kann die pro kg KGW täglich abgesetzte Kotmenge errechnet werden. Dies sind für die VP 18g und für die HP 21g. SCHORN (1982) gibt für Schweine mit einem Gewicht von 15-32kg eine tägliche Ausscheidung von durchschnittlich 27g Kot/kg KGW an. Die Differenzen dürften sich dadurch erklären, daß die Tiere kleiner und z.T. erst wenige Tage vorher abgesetzt waren. Die daraus resultierende geringe Futteraufnahme hat ein niedrigeres Kotgewicht zur Folge. Andererseits sind die ungünstigen Bedingungen während der HP sicherlich für eine nicht optimale Futteraufnahme und damit für ein niedrigeres Kotgewicht/kg KGW mitverantwortlich, als dies bei unter Normalbedingungen gehaltenen Tieren gefunden werden würde.

Gesamtflüssigkeitsaufnahme und -abgabe

Während der VP nahmen die Versuchstiere durchschnittlich zwischen 3,4g und 5,0g Wasser/g Futter auf. Diese Werte liegen höher als die von BRAUDE (1967) mitgeteilten. Er findet bei einer Futter-TS-Aufnahme von 4-5% des KGW eine Wasseraufnahme von 2,5ml/g Futter. Die Werte wurden aber bei ad libitum-Fütterung ermittelt. Es wird vermutet, daß die Fütterungsart - Fütterung auf blanken Trog gegenüber ad libitum - sowie die etwas höhere Umgebungstemperatur für die Differenz verantwortlich ist.

In der VP wurde mit Ausnahme der Versuche 1 und 2 keine Flüssigkeit über das Futter verabreicht. Die in den Tabellen 2 bis 8 in der Spalte Fl aufgeführten Werte für die VP sind darauf zurückzuführen, daß der Beginn der HP meist abends war. Die über das Futter aufgenommene Flüssigkeitsmenge blieb bei den Berechnungen für die VP unberücksichtigt.

In der HP stieg, durch das vorgegebene Futter-Flüssigkeits-Verhältnis 1:3 bedingt, die Flüssigkeitsmenge mit der Futtermenge parallel an. Im selben Maße wie die Flüssigkeitsaufnahme anstieg, fiel die über die Tränkenuckel aufgenommene Trinkwassermenge ab. Eine Ausnahme bilden die Versuche 1, bei dem eine langsame Umstellung der Fütterungsart erfolgte, und 5. Hier war durch die Bereitstellung des Trinkwassers in einem Trog und die veränderte Aufstellungsart eine spielerische Wasservergeudung nicht auszuschließen. Eine Aussage bezüglich der Parameter Trinkwasser und Gesamtflüssigkeitsaufnahme ist daher nur in beschränktem Umfang möglich.

Die Änderungen in der Gesamtflüssigkeitsaufnahme zeigen eine deutliche Beziehung zum Körpergewicht der Tiere. Die Mehraufnahme am Ende der HP dürfte unter anderem auf die Gewöhnung der Tiere an das jeweilige Futtermittel zurückzuführen sein. Eine nicht unwesentliche Rolle spielt aber auch die Adaption des Magen-Darm-Traktes an das größere Volumen des aufgenommenen Futters.

Die von den Tieren abgesetzte Urinmenge zeigt eine Wechsel-

beziehung zur aufgenommenen Gesamtflüssigkeitsmenge ($r = \text{zw. } 0,61 \text{ und } 0,72$). Eine Ausnahme machte Versuch 2, bei dem während VP und HP mit etwa der gleichen Fließfuttermenge gefüttert wurde, und die Tiere deshalb an die Flüssigkeitsmengen adaptiert waren. Von der aufgenommenen Gesamtflüssigkeitsmenge wurden durchschnittlich in der VP 44% und in der HP 48% über den Urin wieder ausgeschieden. Diese Werte decken sich mit Angaben von anderen Untersuchern.

Die Berechnung der Meßwerte von SCHORN (1982) ergibt eine Urinausscheidung von 47% der aufgenommenen Wassermenge. GÄRTNER und VOGEL (1976) beschreiben eine durchschnittliche tägliche Gesamtflüssigkeitsaufnahme von 30-70ml/kg KGW und eine renale Wasserausscheidung von 10-30ml/kg. Daraus errechnet sich eine durchschnittlich 40%-ige Ausscheidung der aufgenommenen Flüssigkeit über die Niere.

Das spezifische Gewicht des Urins blieb mit 1015,8 in der VP und mit 1014,1 in der HP nahezu unverändert und liegt damit in den von GÄRTNER und VOGEL (1976) sowie SCHORN (1982) mitgeteilten Bereichen. Dies macht auch das Ergebnis der Varianzanalyse deutlich, wonach keine signifikanten Unterschiede, ebenso wie beim Parameter Urinmenge, zwischen den einzelnen Versuchen existieren. Ein anderes Ergebnis ist auch nicht zu erwarten, wenn die prozentuale Ausscheidungsmenge gleich bleibt.

Als eine unmittelbare Folge des vergrößerten Kotgewichtes in der HP stieg die mit dem Kot ausgeschiedene Wassermenge an. Zwischen den einzelnen Versuchen bestanden keine signifikanten Unterschiede, d.h., daß die Änderung bei den einzelnen Versuchsanordnungen ziemlich gleich verlief.

Keine nennenswerte Änderung erfuhr der prozentuale Kotwasseranteil und der Kot-TS-Gehalt zwischen VP und HP in allen Versuchen. Die Werte waren für die VP 69,4% und 30,6% und für die HP 70,3% bzw. 29,7%. Diese Zahlen bestätigen den in der Literatur von verschiedenen Untersuchern angegebenen Bereich für den Kot-TS-Gehalt (vgl. 2.4.2.3.).

Bezogen auf die Gesamtflüssigkeitsaufnahme änderte sich die über den Kot ausgeschiedene Wassermenge von 9% in der VP auf 10% in der HP.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die im Vergleich zur VP mehr aufgenommene Gesamtflüssigkeit zwar über Harn und Kot ausgeschieden wird, daß aber der Großteil der Flüssigkeit über die Niere den Körper verläßt.

Nach den in der Literatur beschriebenen Versuchsanordnungen ändert sich der Wassergehalt des Kotes mit einer Änderung der Rohfaserfraktion im Futter. COOPER und TYLER (1959) stellen bei größerer Rohfasermenge im Futter einen Kot-TS-Anstieg fest. Eine Abnahme des TS-Gehaltes nach einem vorausgegangenem Rohfaseranstieg finden verschiedene Untersucher. Begründet wird letzteres damit, daß durch den höheren Rohfasergehalt die Passagezeit durch den Magen-Darm-Trakt gesenkt wird und damit weniger Zeit für die Wasserresorption bleibt (EISMANN, 1975; RENSMANN, 1976). Eine andere Erklärung besagt, daß Wasser gelartig an die unverdaulichen Rohfaseranteile im Kot gebunden wird und damit trotz relativ fester Konsistenz der Kotwasseranteil zunimmt (EISMANN, 1975; BERGNER, 1982).

In der HP war der Rohfasergehalt im Futter mit 4,6% um 1,4% niedriger als in der VP. Demnach wäre ein Kot mit einem geringeren Wassergehalt zu erwarten gewesen. Bei der Molke- und Magermilchfütterung war die Passagezeit verlängert und damit die zur Wasserresorption zur Verfügung stehende Zeit. Auch daraus müßte ein trockenerer Kot folgen.

Über die Molke und Magermilch wurde jedoch auch eine größere Menge Lactose verabreicht, die eine Erschöpfung der Lactaseaktivität zur Folge haben kann (KIRCHGESSNER, 1978; BURGSTALLER, 1981; HAMPSON et al., 1982). Die nicht verdaute Lactose führt auf Grund ihres osmotischen Druckes zum Flüssigkeitseinstrom in das Darmlumen, und andererseits erfährt sie einen bakteriellen Abbau im Dickdarm (WEIJERS und DE KAMER, 1965; ARGENZIO, 1978; MOON, 1978; CASPARY et al., 1982). Die Spaltprodukte haben eine weitere Erhöhung des Wassergehaltes der Ingesta zur Folge. Daraus ergibt sich, daß der Wassergehalt des Kotes ansteigen müßte.

In den sämtlichen Versuchen blieb der Kot-TS-Gehalt mit ca. 30% nahezu unverändert.

Die Gründe für diese Tatsache können im Rahmen dieser Arbeit nicht definitiv bewertet werden. Denkbar sind folgende Möglichkeiten:

Die Bakterienflora im proximalen Dickdarm ist nicht fähig, die unverdauten Kohlenhydrate (v.a. Lactose) in flüchtige Fettsäuren umzuwandeln (CANN und READ, 1981), bzw. die flüchtigen Fettsäuren werden bei dem, im Kot gefundenen, physiologischen pH-Wert von pH 6,88-pH 7,12 resorbiert und haben deshalb keinen Einfluß mehr auf die Sekretion des Darmes und damit auf den Kotwassergehalt (CRUMP et al., 1980).

Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß sich die Wirkungen der Faktoren, die eine Erhöhung der Kot-TS zur Folge haben (verlängerte Passagezeit, ausreichender Rohfasergehalt im Futter), und der Faktoren, die den Kotwassergehalt steigern (Lactosefehlverdauung, Haltungs- und Fütterungsbedingungen), gegenseitig aufgehoben haben.

pH-Wert des Kotes

Der Kot-pH-Wert ändert sich zwischen VP und HP nur bei den Versuchen 5 und 7 signifikant. Zwischen den einzelnen Versuchen waren die Veränderungen aber nicht so stark ausgeprägt, daß sich signifikante Unterschiede ergeben. Die Werte schwanken in der VP von pH 6,28 bis pH 7,92 ($\bar{x}$ =pH 7,12) und in der HP von pH 6,20 bis pH 7,13 ($\bar{x}$ =pH 6,88). Während der VP reagiert der Kot in der Mehrzahl der Fälle alkalisch, gegenüber der HP, in der mehr pH-Werte im sauren Bereich liegen. Andere Untersucher (HILL, 1976; RENSMANN, 1976; SCHORN, 1982) finden bei gesunden Schweinen ähnliche Reaktionsverhältnisse im Kot.

Die in der HP auftretenden tieferen pH-Werte der Versuche 5 und 7 dürften auf bakterielle Kohlenhydratvergärung (v.a. Lactose) zurückzuführen sein. Die Tiere nahmen in beiden Versuchen absolut und relativ die größten Futter- und Gesamtflüssigkeitsmengen auf, so daß eine Erschöpfung der Lactaseaktivität (BURGSTALLER, 1981) daraus resultieren konnte und somit für den bakteriellen Abbau Substrat zur Verfügung stand. Die osmotische und sekretionssteigernde Wir-

kung der Metaboliten war aber scheinbar zu gering, um im Kotwassergehalt Änderungen zu erzeugen.

Futterdurchgangszeit

Der Ausscheidungsbeginn von gefärbten Kotpartikeln setzte in der VP nach den bei den drei Versuchen 1, 3 und 6 erfolgten Messungen 7 bis 12 Stunden nach der Fütterung ein. Ausscheidungsende war zwischen 46 und 64 Stunden nach der Aufnahme von Methylenblau. Die Werte entsprachen den von LENKEIT (1932) und SCHORN (1982) mitgeteilten Ergebnissen. Bei einem Vergleich der HP mit der jeweils entsprechenden VP ergab sich bei Versuch 1 ein durchschnittlich früherer Ausscheidungsbeginn während das Ende der Farbausscheidung unverändert war. Bei den Versuchen 3 und 6 war bei einem früheren Beginn der Methylenblauausscheidung die Gesamtausscheidungsdauer verlängert. Die Werte zeigen nur eine Tendenz auf, sie lassen sich statistisch nicht absichern. Die Gegenüberstellung der Werte der HP zeigt eine deutliche Beschleunigung der Futterpassage im Versuch 1 im Vergleich zu allen anderen Versuchen. Diese Veränderungen dürften ihre Ursache in der Erhöhung der aufgenommenen Futter- und Wassermenge haben. Als Folge ist dann eine Verkürzung der Futterdurchgangszeit zu finden (CASTLE und CASTLE, 1957; RICHTER und BUSCH, 1970). Andererseits ist die Verlängerung der Passagezeit und der Gesamtausscheidungsdauer vermutlich auf die Wirkung der verfütterten Milchprodukte zurückzuführen. FIORAMONTI und BUENO (1980) stellen eine Verlängerung der mittleren Durchgangszeit bei einer Milchpulver-Kleie-Fütterung, bzw. reiner Milchdiät auf 66 bzw. 120 Stunden gegenüber 40 Stunden bei der Standardfütterung fest. Sie finden dabei eine Abnahme der Massenbewegungen bei einer gleichzeitigen Zunahme von Mischbewegungen im Colon.

Partikelgröße

Die Ergebnisse der Futter- und Kotsiebungen zeigen, daß, wie nicht anders zu erwarten, die Partikelgröße nach dem Durchgang durch den Verdauungskanal abgenommen hat, d.h.

die Siebanteile, die die größeren Fraktionen beinhalten (Sieb 1 und 2) gehen zurück, während der Inhalt der Siebe 3 bis 6 ansteigt.

Durch die Umstellung der Fütterung von Pellets auf Schrot mit Beginn der HP ergeben sich charakteristische Veränderungen hinsichtlich der prozentualen Anteile der Rückstände in den Sieben. Bis auf die Versuche 1 und 2 sind die Änderungen mit wenigen Ausnahmen signifikant (vgl. Tabellen 2 bis 8). Die ersten beiden Versuche können für die Auswertung nicht herangezogen werden, da die Futterumstellung nur langsam (Versuch 1) bzw. überhaupt keine Futteränderung erfolgte (Versuch 2).

Tiere, die ein großes Futter-Flüssigkeits-Volumen zu Beginn der HP aufnahmen, zeigten eine schnellere und deutlichere Änderung in den Siebfraktionen (Versuche 5 und 7) als Tiere, die weniger Futter aufnahmen (Versuche 3, 4 und 6). Dies wird auch bestätigt durch den durchschnittlich etwas früheren Farbausscheidungsbeginn im Kot im Vergleich mit den übrigen Molke- und Magermilchversuchen. Wie aus Tabelle 15 weiter hervorgeht, bleibt die einmal aufgetretene signifikante Veränderung bis auf einige Fälle über die folgenden Tage erhalten.

Die Abhängigkeiten der einzelnen Siebfraktionen untereinander zeigt Tabelle 9. Es läßt sich erkennen, daß die Beziehung zwischen Sieb 1 einerseits und Sieb 3 und 4 auf der anderen Seite immer negativ und eindeutig ist. Sieb 3, 4 und 5 sind mehr oder weniger eng miteinander positiv korreliert. Die Korrelationen sowie die Änderungen der prozentualen Siebanteile an den verschiedenen Tagen der HP lassen jedoch keine Beziehungen zur Futterdurchgangszeit erkennen. Ein Zusammenhang zwischen der aufgenommenen Futtermenge und der Geschwindigkeit bzw. der Eindeutigkeit der Änderungen in den Sieben ließ sich statistisch nicht absichern.

In den Tabellen 16 und 17 sind die Werte bezogen auf kg KGW der VP und HP und die Mittelwerte für die Versuche 1 bis 7 aufgeführt, um die Vergleichbarkeit mit Ergebnissen anderer Autoren zu erleichtern.

Tabelle 15: Signifikante Änderungen der prozentualen Sieb-
anteile am jeweiligen Tag der HP verglichen
mit dem letzten Tag der VP

	Vers.1			Vers.2			Vers.3			Vers.4			Vers.5			Vers.6			Vers.7		
Sieb	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456	123456
1.Tg HP													++ +							++++	
2.Tg HP							+			++++			++++++	+	+					+	++++
3.Tg HP							++++			+	++++		++++	+		+	+	++		+	++++
4.Tg HP	+						++++ +			++			+	+++		+++++				+	++++
5.Tg HP	+						-----			+	++++		++++++			++++++				+++++	-----
6.Tg HP													+	+++		-----					

+ = $p \leq 0,05$ -- = Ende der HP

Tabelle 16: Mittelwerte der VP und HP bei den Versuchen
1 bis 7 bezogen auf 1kg KGW

		Vers.1	Vers.2	Vers.3	Vers.4	Vers.5	Vers.6	Vers.7
Fu	VP	40,7	39,5	20,0	33,1	50,1 ●	35,4	34,6
	HP	43,5	43,4	28,0	42,0	48,1	38,6	43,1
TS Fu	VP	25,7	30,3	21,9	26,0	41,9 ●	22,7	26,9
	HP	40,9	38,4	29,9	35,1	41,0	37,3	39,8
TS Fl	VP	0	6,4	2,5	2,7	8,8 ●	0	6,4
	HP	0	7,9	6,1	7,2	8,4	11,1	11,8
Fl	VP	87,9	118,5	10,2	32,8	146,7 ●	0	24,4
	HP	130,6	130,3	84,1	125,9	144,2	114,9	129,2
TrW	VP	0,03	0,008	0,08	0,07	0,09●	0,1	0,07
	HP	0,009	0,004	0,02	0,02	0,06	0,02	0,01
U	VP	52	65	56	51		60	40
	HP	68	69	67	64		46	62
Kot	VP	16,1	25,7	11,1	10,0		22,8	22,5
	HP	25,5	26,1	15,8	23,3		18,0	19,2
KWa	VP	10,3	13,2	7,6	7,2		15,9	14,9
	HP	16,3	18,0	11,4	16,5		12,9	13,6

TS Fu=Trockensubstanz des aufgenommenen Futters (g)

TS Fl=Trockensubstanz der aufgenommenen Flüssigkeit (g)

● =kein Mittelwert; Meßwert nach einer 24-stündigen Nahrungskarenz

Tabelle 17: Mittelwerte der VP und HP bei den Versuchen 1 bis 7

		Vers.1	Vers.2	Vers.3	Vers.4	Vers.5	Vers.6	Vers.7
Gew	VP	13,3	14,1	9,1	10,4	13,6	9,7	14,3
	HP	13,8	14,5	9,8	11,7	16,1	11,8	16,6
Fu	VP	400	500	233	316	667	258	450
	HP	641	633	333	466	750	500	750
Fl	VP	1200	1500	375	475	2000	0	1050
	HP	1925	1900	1000	1400	2250	1500	2250
TrW	VP	0,17	0,20	0,64	1,34	1,33	1,13	1,13
	HP	0,16	0	0,16	0,05	1,50	0,47	0,26
gFl	VP	1370	1716	1016	1816	3330	1130	2183
	HP	2083	1900	1158	1450	3750	1966	2508
U	VP	695	928	510	536		596	598
	HP	955	1151	673	751		543	1043
SpG	VP	1013	1012	1013	1016	1013	1018	1020
	HP	1013	1014	1013	1016	1015	1012	1016
Kot	VP	213	365	105	107		220	322
	HP	342	376	156	274		212	319
pH	VP	7,29	7,51	6,99	6,93	7,04	6,81	7,24
	HP	7,27	7,17	6,77	6,92	6,50	6,81	6,71
KWa	VP	138	188	70,3	75		158	219
	HP	227	262	113	193		152	226
KW%	VP	64,7	48,8	67,3	70,6	73,9	71,4	68,1
	HP	64,8	69,8	71,4	70,5	73,3	71,5	71,1
TS%	VP	35,3	51,2	32,7	29,4	26,1	28,6	31,9
	HP	35,2	30,2	28,6	29,5	26,7	28,5	28,9
1	VP	25,4	25,2	1,3	17,0	2,5	1,4	1,8
	HP	25,8	20,6	21,9	22,9	20,9	26,0	18,4
2	VP	13,6	12,8	8,6	13,8	10,3	10,3	9,8
	HP	7,9	9,1	13,5	13,2	10,2	14,2	16,4
3	VP	8,2	8,3	16,6	15,4	17,1	17,0	17,6
	HP	6,9	7,2	8,4	8,4	6,5	9,3	10,7
4	VP	13,1	13,1	14,5	13,1	14,0	14,0	14,8
	HP	12,1	11,3	9,4	9,8	6,6	9,3	10,6
5	VP	3,2	4,0	6,3	6,9	6,4	6,4	8,7
	HP	2,4	3,9	4,7	2,4	2,8	3,8	3,8
6	VP	36,4	38,9	52,5	33,6	49,5	49,8	47,7
	HP	46,7	47,6	42,0	43,6	52,9	38,8	39,9

Schlußfolgerungen

Die in der Praxis häufig angetroffene Tatsache, daß Änderungen der Futterzusammensetzung, der Fütterungstechnik und/oder der Haltungsbedingungen zur Zeit des Absetzens häufig Durchfallerkrankungen zur Folge haben, konnte durch die gewählte Versuchsanordnung nicht nachvollzogen werden. Obwohl die Versuchsbedingungen die angeblichen Futter- und Fütterungsfehler (Verderb, abrupte Umstellung), die unter praktischen Verhältnissen in der Aufzucht und Mast von Schweinen vorkommen, in ihrer Intensität bei weitem übertrafen, konnte nicht einmal die Tendenz einer auch in der Literatur oft beschriebenen nutritiven Diarrhoe beobachtet werden. Verschiedene Autoren berichten entweder über das Durchfallvorkommen in landwirtschaftlichen Betrieben oder über das Auftreten von Diarrhoe als nicht beabsichtigtes Zufallsergebnis während der Durchführung von Versuchen. Bei der Erläuterung dieses Resultats wird von ernährungsbedingtem Durchfall dann gesprochen, wenn ein infektiöser Einfluß, d.h. spezifisch pathogene Keime, nicht nachgewiesen werden kann (KENWORTHY, 1976) oder wenn kurz vorher die Fütterungs- und Haltungsbedingungen geändert worden sind, so daß ein kausaler Zusammenhang zwingend erscheint. Die aufgestellten Hypothesen bleiben meist ohne Beweis. Die Argumente für die Pathogenese der nutritiven Diarrhoe werden aus der Verdauungsphysiologie abgeleitet, und die Diarrhoe selbst als das Ergebnis funktioneller Störung von enzymatischem Substratabbau (Maldigestion) und behinderter Nährstoffabsorption (Malabsorption) dargestellt.

Nach den in den eigenen Versuchen erhobenen Befunden und Ergebnissen läßt sich folgendes sagen:

Die Qualitätsminderung des verabreichten Futter-Flüssigkeitsgemisches durch unsachgemäße Lagerung hat offensichtlich keinen Einfluß auf die relative Futteraufnahme. Das in kalter Umgebung eiskalt vorgelegte Futter wurde etwas weniger gut aufgenommen. Die Menge liegt aber trotz der ungünstigen Bedingungen immer noch in dem unter Normalbedingungen ermittelten Bereich von 4-5% des KGWes (EITSMANN, 1975; RENSMANN, 1976; KAMPHUES, 1981;

MÜLLER (1982). Die Verdauungsvorgänge wurden durch den abrupten Futterwechsel und die doch erhebliche Menge von Lactose (durchschnittliche tägliche Aufnahme 5g/kg KGW) nicht erkennbar beeinflusst. Die fast unveränderten Werte von Kot-pH und Kot-TS-Gehalt belegen dies.

Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß die Schweine und auch die den Verdauungstrakt besiedelnden Mikroorganismen zu einer schnellen und vollständigen Anpassung fähig sind. Dies kann seine Ursache darin haben, daß die Versuchstiere trotz der Versuchsvoraussetzungen noch relativ günstige Haltungsbedingungen hatten. So war die Tierzahl im Versuchsraum sehr klein, und die Tiere stammten nicht aus unterschiedlichen Betrieben. Die Schweine standen trocken und wurden einzeln gefüttert. Der Zugang zu ihren eigenen Ausscheidungen war den Versuchstieren nur sehr schwer möglich und wurde durch das häufige Kotsammeln nahezu unmöglich. Der Kontakt zu den anderen Versuchstieren war nicht möglich. Nach MAYR (1974) können in der Praxis, wo diese Punkte üblicherweise nicht eingehalten werden können, Jungtiere durch mikrobielle (Mischinfektionen) und nicht mikrobielle Streßfaktoren, wie Milieuänderung, Futterumstellung und Klimawechsel, an normalerweise harmlosen Infektionen schwer erkranken. Auch BOLLWAHN (1981) schreibt dem Futterwechsel, der Überfütterung und der Verfütterung schwer verdaulicher Futtermittel einen begünstigenden Einfluß auf die Entstehung infektionsbedingter Durchfälle zu. Bei der Gruppenhaltung, wie in Versuch 5, sind die oben beschriebenen "optimalen" Verhältnisse nicht mehr ganz gegeben. Wenn der Infektionsdruck der Umgebung aber gering ist, und keine Vorschädigungen der Tiere in irgendeiner Form bestehen, sind diese Tiere allem Anschein nach durchaus in der Lage, extreme Futter- und Umgebungstemperaturen sowie die Aufnahme eines Futters, das in einem mikrobiologisch äußerst bedenklichen Zustand ist, zu kompensieren, und zwar so gut, daß keinerlei Auswirkungen auf die Gesundheit, im besonderen auf den Verdauungstrakt, festzustellen sind.

Abschließend soll noch einmal herausgestellt werden, daß unter dem Einfluß versuchsbedingter extremer Abweichungen in Fütterung und Haltung bei den Versuchstieren kein Durchfall auftrat. Es kam weder zu einer deutlichen Zunahme des Kotwassergehaltes noch zu einer Abnahme der Kot-pH-Werte. Die Entwicklung einer "nutritiven Diarrhoe" ohne zusätzliche unterstützende Faktoren - mikrobieller oder nicht mikrobieller Art - muß deshalb in Frage gestellt werden.

4. Zusammenfassung

In 7 Versuchen wurde der Einfluß einer gravierenden Änderung des Futters und der Fütterungstechnik auf den Verdauungstrakt bei Schweinen untersucht. Den jeweils 6 Versuchstieren, Schweinen der Deutschen Landrasse mit einem Körpergewicht von 8-18kg, wurde bei warmer ($16-23^{\circ}\text{C}$) und kalter ($6-14^{\circ}\text{C}$) Umgebungstemperatur ein warmes (20°C) und kaltes ($1-5^{\circ}\text{C}$) Fließfutter vorgelegt. Der Schrotmischung wurde die dreifache Menge einer Flüssigkeit zugemischt (Wasser, Molke, Magermilch, u.a. ansauer), die z.T. mikrobiell kontaminiert war.

Bis auf zwei Versuchstiere nahmen alle Schweine in der Hauptperiode zwischen 66 und 475g/Tag zu. Die Futter- und Gesamtflüssigkeitsaufnahme stiegen auch unter ungünstigsten Verhältnissen.

Die untersuchten Kotparameter (Kot-pH-Wert, Kot-TS-Gehalt) zeigten keine wesentlichen Änderungen unter dem Einfluß der Versuchsfütterung.

Die Partikelgröße des Kotes nahm nach der Futterumstellung auf ein größeres Futter zu.

Die Tendenz einer Beschleunigung der Passagegeschwindigkeit durch die aufgenommene Futtermenge ließ sich statistisch nicht absichern.

Aus den Ergebnissen wird gefolgert, daß durch extreme Fütterungs- und Haltungsbedingungen allein kein Durchfall auszulösen ist.

Summary

Investigations on the influences of housing and feeding to the condition of feces of weaned pigs

The influence of a considerable change in feed and the technique of feeding on the alimentary tract of pigs was examined in seven experiments. Warm (20°C) and cold ($1-5^{\circ}\text{C}$) fluid feed was offered to the respective six probants of the "Deutsche Landrasse" with body weights ranging from 8kg to 18kg at warm ($16-23^{\circ}\text{C}$) and cool ($6-14^{\circ}\text{C}$) ambient temperatures. The meal fed was mixed with the threefold quantity of a liquid (water, whey, skim milk, portionally sour milk) partly microbiocally contaminated.

With the exception of two probants all pigs gained from 66g to 475g per day during the main period. The total intake of feed and liquid increased even under unfavourable circumstances.

The parameters of feces examined (pH-value, dry matter contents) did not show any significant change under the influence of the test feeding.

The size of the feces particles increased after the change to a coarser feed.

The tendency towards an acceleration of the passage rate by the quantity of feed intaken could not be proved statistically. From the results obtained we conclude that no diarrhoea can be caused by mere extreme feeding and housing conditions.

5. Literaturverzeichnis

ARGENZIO, R.A. (1978)

Physiology of diarrhea - large intestine
J. Am. Vet. Med. Ass., 173-672

ARGENZIO, R.A. and M. SOUTHWORTH (1975)

Sites of organic acid production and absorption in
gastrointestinal tract of the pig
Am. J. Physiol., 228(2), 454-460

AWAD-MASALMEH, M. und H. WILLINGER (1981)

Untersuchungen zur Entwicklung eines Dysbiose-Modells
bei Absatzferkeln
Wien. tierärztl. Mschr., 68, 403-409

BATT, R.M. (1980)

The molecular basis of malabsorption
J. Small Anim. Praxis, 21, 555-569

BEHRENS, H. (1978)

Krankheiten
in: COMBERG, G.: Schweinezucht, 8. Auflage
Stuttgart Ulmer, S. 235-279

BEREK, G. (1963)

Comparison of the effect of cold and warm water in
the fattening of pigs in winter
Nutr. Abstr. Rev., 36, 1, Abstr. 1627

BERGNER, H. (1982)

Die Bedeutung der Rohfaser in der Ernährung von
Monogastriden
Mh. Vet.-Med., 37, 58-66

BIRKERT, W. (1984)

Hämatologisch-metabolische Blutuntersuchungen an Absatzferkeln bei abrupter Futterumstellung und extremen Fütterungsbedingungen

Vet. med. Diss., München (im Druck)

BLT (1978)

Futterberechnung einfach gemacht. Grundlagen zum Berechnen von Futterrationen für Schweine, 3. Auflage
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Grub

BOLLWAHN, W. (1981)

Durchfallerkrankungen in der Aufzuchtphase
Prakt. Tierarzt, Sondernummer, 62, 89-91

BRAUDE, R. (1967)

The effect of changes in feeding patterns on the performance of pigs
Proc. Nutr. Soc., 26, 163-181

BUDDECKE, E. (1977)

Lehrbuch der Biochemie, 5. Auflage
Verlag de Gruyter, Berlin, New York

BURGSTALLER, G. (1981)

Praktische Schweinefütterung
Ulmer Verlag Stuttgart

CANN, P.A. and N.W. READ (1981)

Intestinal transit and bowel disturbance
Clinical Research Reviews, 1, 101-105

CASPARY, W.F., B. LEMBCKE and B. EISENHANS (1981)

Bacterial fermentation of carbohydrates within the gastrointestinal tract
Clinical Research Reviews, 1, 107-117

CASTLE, E.J. and M.E. CASTLE (1957)

Further studies of the rate of passage of food
through the alimentary tract of pigs

J. Agric. Sci., 49, 106-112

COMBERG, G., E. STEPHAN, H. FEDER, W. WEGNER, R. PLISCÄKE
und J. REETZ (1974)

Die Auswirkungen suboptimaler Temperaturen (+8°C) auf
Mastschweine der Deutschen Landrasse und auf Kreuzungs-
tiere

Züchtungskunde, 46

COOPER, P.H. and C. TYLER (1959)

Some effects of bran and cellulose on the water
relation-ship in the digest and faeces of pigs

J. Agric. Sci., 52, 332-340

CRUMP, M.H., R.A. ARGENZIO and S.C. WHIPP (1980)

Effects of acetate on absorption of solute and water
from the pig colon

Am. J. Vet. Res., 41, 1565-1568

CUNNINGHAM, M.H., D.W. FRIEND and J.W.G. NICHOLSON (1962)

The effect of age, body weight, feed intake and
adaptability of pigs on the digestibility and
nutritive value of cellulose

Can. J. Anim. Sci., 42, 167-175

DIRKSEN, G. (1976)

Nicht infektiös bedingte Magen-Darm-Krankheiten des
Kalbes und des Jungrindes

Prakt. Tierarzt, Sondernummer, 58, 86-92

DROCHNER, W., A.S. HAZEM, H. MEYER und F.W. RENSMANN (1978)

Praktische Experimente mit Modellversuchen zur Patho-
genese des fütterungsbedingten Durchfalls beim Ferkel
Fortschr. Vet. med., 28, 220-225

DROCHNER, W. und A.S. HAZEM (1975)

Einfluß von Strukturstoffen im Futter auf die Passage-
geschwindigkeit der Nahrung sowie Verdauungsvorgänge
im Blinddarm des Ferkels

Übers. Tierernährg., 3, 291-316

EHLERT, D., H. JUNG und F. KRULIGK (1983)

Prädisponierende Faktoren für das Auftreten von Durch-
fallerkrankungen bei frühabgesetzten Ferkeln

Mh. Vet.-Med., 38, 538-544

EISMANN, K. (1975)

Untersuchungen über den Einfluß von Ballaststoffen
(Holzschliff, Kaolinit) auf Gewichtsentwicklung und
Kotkonsistenz bei Ferkeln

Vet. med. Diss., Hannover

FIEDLER, E. (1978)

Mastbetriebe

in: COMBERG, G.: Schweinezucht, 8.Auflage

Suttgart Ulmer, S. 376-424

FIORAMONTI, J. and L. BUENO (1980)

Motor activity in the large intestine of the pig
related to dietary fibre and retention time

Br. J. Nutr., 43, 155-162

FORBES, T.J. and N. WALKER (1968)

The utilization of wet feed by bacon pigs with
special reference to pipe-line feeding

J. Agric. Sci., 71, 145-151

GEDEK, B. (1973)

Futtermittelverderb durch Bakterien und Pilze
und seine nachteiligen Folgen

Übers. Tierernährg., 1, 45-56

GEDEK, B. (1980)

Kompendium der medizinischen Mykologie
Verlag Parey, Berlin, Hamburg

GEDEK, B. (1983)

Bewertung von Futtermitteln aus mikrobieller Sicht
Tierzüchter, 35, 67-68

GOLDSTEIN, S. (1950)

Die Bedeutung des Ballastes als Nahrungsfaktor
Diss., Zürich

GRAUVOGL, A., P. MATZKE und J. TAXACHER (1974)

Schweinekrankheiten
in: Schweineproduktion
DLG-Verlag, Frankfurt, S. 243-297

GUGGENBICHLER, J.P. und G.B. STICKLER (1975)

Alte und neue Erkenntnisse zu den Durchfallerkrankungen im Kindesalter
Infection, 3, 127-142 und 189-201

HAMILTON, D.L. and W.E. ROE (1977)

Electrolyte levels and net fluid and electrolyte movements in the gastrointestinal tract of weanling swine
Can. J. Comp. Med., 41, 241-250

HAMILTON, D.L., M.R. JOHNSON, G.W. FORSYTH, W.E. ROE and N.O. NIELSEN (1978)

The effect of cholera toxin and heat labile and heat stable escherichia coli enterotoxin on cyclic AMP concentrations in small intestinal mucosa of pig and rabbit
Can. J. Comp. Med., 42, 327-331

HAMPSON, D.J., D.E. KIDDER and E.M. HAMPSON (1982)

Changes in piglet small intestine at weaning
Proceed. International Pig Veterinary Society Congress 82
Mexiko, July 26-31, S. 256

HILL, H. (1976)

Die Verdauung

Die Resorption der Nahrungsbestandteile

in: SCHEUNERT, A. und A. TRAUTMANN: Lehrbuch der
Veterinär-Physiologie, 6. Auflage

Verlag Parey, Berlin, Hamburg, S. 93-187 und 188-205

HOLMES, C.W. (1970)

Some thermal effects on the pig of the ingestion
of liquid feed at various temperatures

Anim. Prod., 12, 485-492

HOLMES, C.W. (1971)

Growth of pigs fed cool whey at two ambient temperatures

Anim. Prod., 13, 1-6

HOPPENBROCK, K.H. (1982)

Wasser marsch für Mastschweine

Top agrar, H. 1, 16-18

HUSS, W. (1975)

Futtermittel als Nährstoffträger

in: MENKE/HUSS: Tierernährung und Futtermittelkunde

Ulmer Verlag Stuttgart, S. 156-299

JOHANNLÜKENS, E. (1983)

Warum Futtermittelhygiene?

in: Handbuch Schweine 83

ASR-Verlag GmbH, Rheinbach, S. 254-265

KAMPHUES, J. (1981)

Zit. nach MÜLLER, F. (1982)

KARLSON, P. (1980)

Kurzes Lehrbuch der Biochemie, 11. Auflage

Thieme Verlag, Stuttgart

KENWORTHY, R. (1976)

Observations on the effects of weaning in the young pig. Clinical and histopathological studies of intestinal function and morphology

Res. Vet. Sci., 21, 69-75

KERZNER, B., M.H. KELLEY, D.G., D.G. GALL, D.G. BUTLER and J.R. HAMILTON (1977)

Transmissible gastroenteritis: sodium transport and the intestinal epithelium during the course of viral enteritis
Gastroenterology, 72, 457-462

KEYS, J.E. jr. and J.V. DE BARTHE (1974)

Site and extent of carbohydrate, dry matter, energy and protein digestion and the rate of passage of grain diets in swine

J. Anim. Sci., 39, 57-62

KIDDER, D.E., M.J. MANNERS and M.R. MC DREA (1961)

The passage of food through the alimentary tract of the piglet

Res. Vet. Sci., 2, 227-231

KIRCHGESSNER, M. (1978)

Tierernährung, 3. neubearbeitete Auflage
DLG-Verlag, Frankfurt

KRISTOF, J. und J. LEIBETSEDER (1983)

Untersuchungen über die leistungsfördernde Wirkung von Kupfer-II-methionat (Pabusan) in der Schweinemast
Wien. tierärztl. Mschr., 70, 55-60

LAWRENCE, T.L.J. (1972)

A review of some effects on health and performance of variations in the physical form of the diet of the growing pig

Vet. Rec., 91, 84-88

LEDINEK, M. (1970)

Untersuchungen über die Beteiligung von Mikroorganismen
am Verdauungsstoffwechsel des Schweines bei Fütterung
roher und gedämpfter Kartoffeln
Vet. med. Diss., München

LENKEIT, W. (1932)

Die Durchgangszeiten des Futters durch den Verdauungs-
kanal der Haustiere, der quantitative Verlauf der Aus-
scheidung und die motorische Darmfunktion
Berl. tierärztl. Wschr., 48, 17-22

LEW, H. (1981)

Chemische Indikatoren für den Verpilzungsgrad eines
Futtermittels
Wien. tierärztl. Mschr., 68, 305-308

MANER, J.H., W.G. POND, J.K. LOOSLI and R.S. LOWREY (1962)

Effect of isolated soybean protein and casein on the
gastric pH and rate of passage of food residues in baby pigs
J. Anim. Sci., 21, 49-52

MANGOLD, E. und G. BEHM (1954)

Der Einfluß des Rohfasergehaltes im Futter auf die
Durchgangszeiten beim Schwein
Arch. Tierernährg., Beiheft 5, 10-22

MAYR, A. (1974)

"Interferonisierung": Eine neue Möglichkeit für die
Prophylaxe und Therapie von Infektionskrankheiten
Berl. Münch. tierärztl. Wschr., 87, 465-472

MC CLAUSLAND, I.P. and W. SOUTHGATE (1980)

Intestinal rupture in sows fed whey
Austral. Vet. J., 56, 190-191

MENKE, K.H. (1975)

Ernährungsphysiologische Grundlagen

in: MENKE/HUSS: Tierernährung und Futtermittelkunde

Ulmer Verlag Stuttgart, S. 13-74

MEYER, H. (1978)

a) Grundlagen der Schweinefütterung

in: COMBERG, G.: Schweinezucht, 8. Auflage

Stuttgart Ulmer, 1978

S. 162-216

b) Fütterung der Zuchttiere und Ferkel

ebd., S. 343-373

c) Fütterung der Mastschweine

ebd., S. 428-446

MOON, H.W. (1978)

Mechanisms in the pathogenesis of diarrhea: a review

J. Am. Vet. Med. Ass., 172, 443-448

MÜLLER, F. (1982)

Einfluß von Nahrungskarenz und anschließendem Futter-

wechsel auf Nahrungsaufnahme und Kotzusammensetzung

bei Ferkeln

Vet. med. Diss., Hannover

NAFTALIN, R.J. (1981)

The role of intracellular calcium in the induction of
intestinal secretion

Clinical Research Reviews, 1981, 1, 63-71

NIELSON, N.O., H.W. MOON and W.E. ROE (1968)

Enteric colibacillosis in swine

J. Am. Vet. Med. Ass., 153, 1590-1606

O'HARA, P.J. (1972)

Intestinal haemorrhage syndrome in the pig
Vet. Rec., 91, 517-518

PICHOTKA, J. (1975)

Stoffwechsel der Organismen
in: KEIDEL, W.D. (Hrsg.), Kurzgefaßtes Lehrbuch der
Physiologie, 4. Auflage
Georg Thieme Verlag, Stuttgart

RENSMANN, F.W. (1976)

Zur Bedeutung wechselnder Rohfaser- und Stärkemengen
im Futter für den Gehalt an Trockensubstanz, flüchtigen
Fettsäuren, Milchsäure und Ammoniak im Kot von Ferkeln
Vet. med. Diss., Hannover

RERAT, A. (1974)

Ernährungskrankheiten beim Schwein
Übers. Tierernährg., 2, 201-237

RERAT, A. (1981)

Verdauung und Stoffwechsel von Kohlenhydraten und
Proteinen im Dickdarm von Omnivoren
Übers. Tierernährg., 9, 177-232

RICHTER, K. und B. BUSCH (1970)

Prüfung von Rationen mit unterschiedlichem Energie-,
Rohfaser- und Wassergehalt an graviden Sauen hinsicht-
lich Verdaulichkeit und Durchgangszeiten
Arch. Tierernährg., 20, 679-686

ROWLAND, A.C. and G.H.K. LAWSON (1973)

Intestinal haemorrhage syndrome in the pig
Vet. Rec., 93, 402-404

RUPPIN, H. and K.H. SOERGEL (1981)

Absorption of volatile fatty acids by the colon
Clinical Research Reviews, 1, 119-123

SCHORN, B. (1982)

Physikalisch-chemische Untersuchungen von Schweinekot
bei spontaner und provozierter Diarrhoe
Vet. med. Diss., München

SEERLEY, R.W., E.R. MILLER and J.A. HOEFER (1962)

Rate of food passage studies with pigs equally and
ad libitum fed meal and pellets
J. Anim. Sci., 21, 834

SILBERNAGL, S. und A. DESPOPOULOS (1979)

dtv-Atlas der Physiologie
Deutscher Taschenbuch Vlg., München u. Thieme Vlg., Stuttgart

SILVA SERRANO, H.R. (1974)

Untersuchungen über die grobsinnliche Beschaffenheit,
den Feuchtigkeitsgehalt und den Zerkleinerungsgrad des
Kotes bei klinisch gesunden sowie an Reticuloperitonitis
traumatica oder an linksseitiger Lagmagenverlagerung
erkrankten Rindern
Vet. med. Diss., Hannover

SIMON, B., P. MÜLLER, H. KATHER and B. KOMMERELL (1981)

Cyclic nucleotides and intestinal secretion
Clinical Research Reviews, 1, 49-61

STEPHAN, E. (1978)

Umweltansprüche und Verhalten
in: COMBERG, G.: Schweinezucht, 8. Auflage
Stuttgart Ulmer, S. 225-234

STEVENS, A.J. (1963)

Enteritis in pigs - a working hypothesis
Brit. vet. J., 119, 520-526

SZABO, S. und N. GÜNTHER (1968)

Versuche zur medikamentösen Vorbeugung gegen die
Ödemkrankheit bei Ferkeln

Prakt. Tierarzt, 42, 353-355

THOMLINSON, J.R. (1969)

Post-weaning enteritis and dysentery

Vet. Rec., 85, 298-300

TODD, J.N., T.D. JONES, T.L.A. MORGAN, P.G. FRANCIS and
S.G. HEWITT (1977)

Intestinal haemorrhage and volvulus in whey fed pigs

Vet. Rec., 100, 11-12

TURNBERG, L.A. (1981)

Disturbances of intestinal ion transport in diarrhoea

Clinical Research Reviews, 1, 1-9

ULLRICH, K.J. (1975)

Niere

in: KEIDEL, W.D. (Hrsg.),

Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, 4. Auflage

Georg Thieme Verlag, Stuttgart

VAN DER HEYDE, H. (1973)

Mikrobiologie der Verdauung beim Schwein

in: GIESECKE, D. und H.K. HENDERICKX,

Biologie und Biochemie der mikrobiellen Verdauung

BLV-Verlag München, S. 305-327

VANTRAPPEN, G., J. JANSSENS, S. ROLEMBERG and J. HELLEMANS (1981)

Intestinal motility and diarrhoea

Clinical Research Reviews, 1, 83-89

VOGEL, G. und K. GÄRTNER (1976)

Physiologie der Niere; Wasser- und Elektrolythaushalt

in: SCHEUNERT, A. und A. TRAUTMANN,

Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, 6. Auflage

Verlag Parey, Berlin, Hamburg, S. 675-709

VOGT, C. (1979)

Flüssigfütterung von Mastschweinen

Übers. Tierernährg., 7, 279-292

WEIJERS, H.A. and J.H. DE KAMER (1965)

Alteration of intestinal bacterial flora as a cause
of diarrhoea

Nutr. Abstr. Rev., 35, 591-604

WHIPP, S.C. (1978)

Physiology of diarrhoea - small intestines

J. Am. Vet. Med. Ass., 173, 662-666

WILLINGER, H. (1964)

Untersuchungen über das Auftreten hämolysierender
Colibakterien beim Schwein und deren Beziehung zur
Ödemkrankheit

Wien. tierärztl. Mschr., 51, 361-381 und 441-466

Herrn Prof. Dr. W. Bollwahn danke ich vielmals für die Überlassung des Themas, die Bereitstellung des Arbeitsplatzes und die großzügige Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Für die Hilfe bei der statistischen Prüfung spreche ich Herrn Prof. Dr. K. Osterkorn meinen Dank aus.

Bei Herrn Dr. Heinritzi bedanke ich mich ganz besonders für seinen jederzeit gewährten Rat und die wertvolle Hilfe bei der Durchführung der Untersuchungen.

Das Lehr- und Versuchsgut der Universität München lieferte die Versuchstiere und stellte freundlicherweise das Futter für die Versuche zur Verfügung.

Lebenslauf

Am 7. Januar 1955 wurde ich als Sohn des Landwirts Karl Zimmerer und seiner Frau Lilly, geb. Bauer, in Lentersheim, Kreis Ansbach geboren.

Die Volksschule besuchte ich von 1961 bis 1965.

Das Abitur legte ich 1974 am Albrecht-Ernst-Gymnasium in Oettingen ab.

Nach meinem Wehrdienst immatrikulierte ich mich im November 1977 an der LMU München für das Studium der Tiermedizin, das ich im Herbst 1982 mit dem Staatsexamen beendete.

Seit Dezember 1982 bin ich mit der Anfertigung dieser Arbeit beschäftigt.

